



Olli-Pekka Koskinen

Townhouse-talojen kustannustehokkaat tuotantomenetelmät

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 31.10.2017

Valvoja: Professori Leena Korkiala-Tanttu

Ohjaaja: TkT Antti Peltokorpi, TkT Riikka Kyrö

TIIVISTELMÄ

Tekijä Olli-Pekka Koskinen

Työn nimi Townhouse-talojen kustannustehokkaat tuotantomenetelmät

Koulutusohjelma Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Pää-/sivuaine Pohja- ja kalliorakentaminen

Koodi IA3028

Työn valvoja Leena Korkiala-Tanttu

Työn ohjaaja(t) Antti Peltokorpi, Riikka Kyrö

Päivämäärä 31.10.2017

Sivumäärä 122+11

Kieli Suomi

Työn tavoitteena on löytää kustannustehokkaita tuotantomenetelmiä ns. townhouse-taloille. Townhouse-talolla tarkoitetaan julkisivultaan kapeaa, kadun varrelle rakennettua pientaloa, joka kytkeytyy sivuseinistään naapuritaloihin. Talot ovat kerrospinta-alaltaan pieniä ja monikerroksisia. Moderneja townhouse-taloja on rakennettu 2000-luvun taitteesta lähtien pääkaupunkiseudulle ja Tampereelle. Rakentaminen on toistaiseksi ollut hyvin marginaalista, eikä talotyyppi ole yleistynyt yrityksistä ja positiivisesta markkinatutkimuksesta huolimatta. Työssä on tutkittu puurakenteisten townhouse-talojen kustannustehokkaita tuotantomenetelmiä ja kytkettyjen kaupunkipientalojen rakentamiseen liittyviä kustannusten muodostajia. Tutkimus toteutettiin kirjallisuustutkimuksena, case-tutkimuksina ja teemahaastatteluina alan toimijoiden kesken.

Tutkimustuloksina on saatu selville asemakaavojen, rakennusmateriaalien, toimitusketjujen ja rakenneratkaisujen vaikutuksia Townhouse-talojen tuotantoon. Tutkimusten mukaan uudet insinööripuutuotteet, esivalmistus ja modulaarinen rakentaminen parantavat puurakentamisen tuottavuutta. Puurakenteisten townhouse-talojen kustannustehoikkammat rakennustavat määräytyvät rakennuttajan ja toteutusten toistuvuuden perusteella. Rakennuttajan/rakennusliikkeen kannalta tuottavimmaksi konseptiksi voidaan johtaa toistuva, ratkaisuiltaan vakioitu rakennusjärjestelmä/tuotantokonsepti, jota voidaan soveltaa eri kohteisiin pienillä muutoksilla. Ryhmä- ja omatoimirakennuttajalle kustannustehokkaimmat ratkaisut ovat olemassa olevien rakennusjärjestelmien ja -elementtien sekä vakioitujen ratkaisujen käyttö, mahdollisimman suuri massa- ja mittakaavaetujen yhdistely ja mahdolliset valmISRatkaisut. Toistumattomien ratkaisujen tapauksissa tulee analysoida puurankarakentamisen ja elementtirakentamisen välisiä kustannuksia, sillä moduuli- ja elementtirakentaminen voi olla yksittäisissä rakennuksissa kalliimpaa.

Puurakenteiselle townhouse-talolle ei ole olemassa valmistaloratkaisuja. Uusien insinööripuutuotteiden rakennusjärjestelmien luonti ja yhteistyön lisääminen puuelementtiteollisuuden, suunnittelijoiden ja toteuttajien välillä mahdollistaisivat kytketyille kaupunkipientaloille edullisempia ja vakioidumpia rakenneratkaisuja. Valmiiden sovellusten käytöllä voitaisiin pienentää tällä hetkellä pilottimaisten townhouse-hankkeiden kustannuksia ja saada rakennuttajat kiinnostumaan talotyyppistä. Jatkotutkimusaiheina esitetään tarkempaa eri tuotannon vaiheiden kvantitatiivista tutkimuksia, joilla saataisiin tarkempia kustannustehokkuuden laskelmia ja eksakteja eri tuotantotapojen kustannusvertailuja.

Avainsanat: Kustannustehokas rakentaminen, kytketty kaupunkipientalo, puurakentaminen, modulaarinen rakentaminen, townhouse

ABSTRACT

Author Olli-Pekka Koskinen

Title of thesis The Cost-Effective Production Methods of Townhouses (in Finland)

Degree programme Environmental Engineering

Major/minor Soil and Rock Engineering

Code IA3028

Thesis supervisor Leena Korkiala-Tanttu

Thesis advisor(s) Antti Peltokorpi, Riikka Kyrö

Date 31.10.2017

Number of pages 122+11

Language Finnish

The aim of this study was to find cost-effective methods of building wooden townhouses. A townhouse is a single-family house, that has a narrow facade and direct entrances from the street. Attached houses share side walls to neighbours. Townhouses typically have multiple small floors. Modern townhouses have been built to the capital region of Finland and Tampere region since early 2000s. Construction of such houses has been marginal despite several attempts by market actors and positive market research.

The thesis studied the cost-effective production methods of wooden townhouses and the costs involved in the construction of attached one-family houses. The study was conducted as a literature review along with case studies and theme interviews among the industry. The results show the effects of town planning, building materials, supply chains and structural solutions have on the production and construction of townhouses. According to studies, new engineered wood products, prefabrication and modular construction improve the productivity of wooden houses.

The most cost-efficient methods of building timber townhouses are determined by the builder and the repetition of implementations. For the builder and construction companies, the most productive concept is a repetitive, standardized construction system and building concept, that can easily be applied to different projects with minor modifications. The most cost-effective methods for group- and self-builders are the use of existing construction systems and elements as well as standardized solutions, maximum possible combination of mass and economies of scale and turnkey solutions. It is necessary to analyse the costs between timber-frame building and wooden element building when construction and use of elements are not repetitive as the modular and element-based construction may be costlier in individual projects.

Currently, there are no turnkey solutions for the wooden townhouses. Creating construction systems for new engineered wooden products and enhancing co-operation between the wooden construction element industry, designers and contractors would enable more economical and standardized solutions. The use of ready-to-use applications can reduce the cost of current pilot-type townhouse-projects and inspire the constructors to innovate a modular and repetitive, cost-efficient concept of producing wood-based townhouses to urban areas in Finland.

Further research of the topic would provide a more detailed quantitative study of different phases of production and more accurate cost-effectiveness and cost-comparisons of different productions methods.

Keywords: Attached urban housing, cost-efficient construction, modular construction, wood construction, townhouse

Alkusanat ja kiitokset

Tämä townhouse-talojen tuotantoa tutkiva diplomityö on tehty Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun Rakennustekniikan laitokselle. Diplomityön valvojana on toiminut professori Leena Korkiala-Tanttu. Ohjaajina ovat toimineet apulaisprofessori Antti Peltokorpi ja tutkijatohtori Riikka Kyrö. Kiitos kaikille kolmelle erityisesti järjestelyistä ja joustosta, joiden avulla minun oli mahdollista laatia tämä diplomityö. Haluan kiittää molempia ohjaajiani heidän ohjauksesta, neuvoista ja suosituksista.

Diplomityön tekeminen oli minulle oppimisprosessi, jossa pääsin tutustumaan townhouse-taloihin sekä pientalo- ja puuteollisuuteen. Tutkimustyö ja työn sisältö elivät hyvin pitkään ja lopulta diplomityöstä muodostui laaja kokonaisuus, jonka tekemisen yhteydessä olen oppinut paljon asuinrakentamisesta, siihen vaikuttavista tekijöistä sekä puuteollisuudesta. Kiitos kaikille avuliaille, haastatelluille tahoille ajasta, keskusteluista ja tutkimustyön edistämisestä. Kontaktit ja neuvot jouhevoittivat tutkimustyötä huomattavasti ja auttoivat minua eteenpäin. Suurkiitos myös Rakennustietosäätiölle sen diplomityölleni myöntämästä stipendistä ja resursseista.

Diplomityön tekeminen oli aika ajoin painia kahden työn välillä, eikä aikaa esimerkiksi harrastuksille tai ystäville juuri jäänyt. Haluan kiittää Otaniemestä saamiani ystäviä, joilta olen oppinut vähintään yhtä paljon kuin itse yliopistolta. Kiitos kuuluu tietysti myös kaikille muille työn ja huvin tasapainosta vastanneille ystäväilleni, joiden kanssa opiskeluvuodet ovat vierineet aivan liian nopeasti. Mitä nöyrimmät kiitokset haluan esittää Luolamiehille ja Saltun suvulle, TTD-jengille, K-ryhmälle, työkavereille, Telluksen parhaille ja lukemattoman monille muille täällä ja maailmalla.

Tämä työ viimeistelee opintoni Aalto-yliopistossa, joka on tarjonnut minulle paljon. Koen, ettei mikään tästä olisi ollut mahdollista ilman sitä tukevaa, kokonaisvaltaista perustaa, jonka perheeni on minulle niin ennen, kuin myös opiskelun aikana tarjonnut. Heikki, Sini ja Kalle-Heikki, sekä erityisesti Eeva-Sofia, *kiitos teille kaikesta*.

Helsingissä, 31.10.2017

Olli Koskinen

SISÄLLYSLUETTELO

KÄYTETYT KÄSITTEET JA LYHENTEET	8
SÄÄDÖSLUETTELO	10
1. JOHDANTO	11
1.1. Tutkimuksen tavoite, tutkimuskysymykset ja rajaukset	12
1.2. Tutkimusmenetelmät	13
1.3. Työn rakenteen kuvaus ja tutkimusmenetelmät	15
2. TOWNHOUSE-RAKENTAMINEN SUOMESSA	16
2.1. Townhouse-talo ja aiemmat tutkimukset townhouse-taloista	16
2.1.1. Townhouse-talo	16
2.1.2. Aiemmat tutkimukset townhouse-taloista	19
2.2. Modernit townhouse-talot Suomessa	20
2.2.1. Säterinmetsä	20
2.2.2. Malminkartano	22
2.2.3. Teeri-Villilä	24
2.2.4. Omenämäki	26
2.2.5. Violanpuisto	27
2.2.6. Alppikylä ja Ormuspelto	31
2.2.7. Kalasatama	31
2.3. Toteutuneiden townhouse-kohteiden rakennustavat	33
2.4. Townhouse-talojen markkinat ja potentiaali	35
2.5. Rakentamista koskevien määräysten vaikutukset	40
2.5.1. Maankäyttö- ja rakennuslaki, kaavoitus ja ohjaus	40
2.5.2. Lainsäädäntö: Esteettömyys	44
2.5.3. Lainsäädäntö: Palomääräykset	45
2.6. Toteutuneiden townhouse-talojen suunnittelun ja toteutuksen ongelmakohdat sekä lainsäädännön vaikutukset	48
3. PUUPIENTALOJEN TEOLLINEN TUOTANTO JA MODUULIJÄRJESTELMÄT	51
3.1. Puuvalmisteisten rakennusosien teollinen tuotanto ja CLT-tuotteet	51
3.2. Puurakentamisen ekologisuus ja puupientalorakentaminen	53
3.3. Modulaarinen rakentaminen	55
3.4. Erilaiset moduulijärjestelmät ja moduulijattelu	57
3.4.1. Järjestelmä rakentaminen	57
3.4.2. Platform-rakentamisjärjestelmä ja avoin puurakennusjärjestelmä	58
3.4.3. Pien- ja suurelementtijärjestelmät	59
3.4.4. Tilaelementtijärjestelmä	59
3.4.5. Tehdasvalmistetut valmistalot	61

3.5. Esivalmistus ja moduulirakentaminen	62
3.5.1. Esivalmistus ja tuottavuus	62
3.5.2. Modulaarisuus, toimitusketjut ja tuotantoalustat	63
3.5.3. Katalogimalli	68
3.6. Puuelementtiteollisuuden tila Suomessa	68
3.7. Tuotantotapojen yhteenveto	70
4. KUSTANNUKSET, RAKENNUTTAMISMUODOT JA HALLINNOINTI	72
4.1. Pientalojen kustannusten muodostuminen	72
4.2. Perinteinen omatoiminen rakentaminen	72
4.3. Ryhmärakennuttaminen	75
4.4. Rakennuttajalta ostaminen	77
4.5. Hallinnointi	77
5. CASE-TUTKIMUS: ESIKAUPUNKIKORTTELI 2020	79
5.1. Esittely ja projektin vaiheet	79
5.2. Suunnitelmat ja rakenteet	83
5.3. Modulaarisuus, muuntojoustavuus ja massaräätälöinti	84
5.4. Rakennuttajan näkökulmia projektiin	85
5.5. Kustannustehokkuus	85
6. TULOKSET	87
6.1. Arvio tuloksista	87
6.2. Townhouse-talojen haluttavuus ja vaikeat markkinat	88
6.3. Suunnittelu	89
6.3.1. Townhouse-talojen ominaisuudet ja muodot	89
6.3.2. Suunnittelun vaikutukset ja kulut	90
6.3.3. Materiaalivalinta	91
6.3.4. Esivalmistetut osat ja moduulisuunnittelu, modulaarisuus	91
6.3.5. Esivalmistuksen hidasteet	94
6.3.6. Lainsäädäntö: MRL ja kaavoitus	96
6.3.7. Lainsäädäntö: Palomääräykset	96
6.4. Townhouse-talojen rakennuttaminen	97
6.4.1. Omatoimi- ja ryhmärakennuttaminen	97
6.4.2. Valmiin talon ostaminen	99
6.4.3. Pohjarakentaminen	100
6.5. Tuotanto ja toimitusketjut	101
6.6. Asukkaiden osallistuminen ja asuntojen hallintamuodot	103
6.7. Kustannustehokkaat townhouse-talojen tuotantomenetelmät	104

7. POHDINTA	106
7.1. Johtopäätökset	106
7.2. Tutkimuksen arviointi	108
7.3. Jatkotutkimuksen kohteet	109
8. LÄHDELUETTELO	111
LIITTEET	122

KÄYTETYT KÄSITTEET JA LYHENTEET

<i>ad hoc</i>	Tiettyä tapausta, tehtävää tai olosuhdetta varten improvisoitu tai ennalta valmistelematon ratkaisu, keino tai asiointitapa.
<i>ARA</i>	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Suomen ympäristöministeriön alainen virasto, joka avustaa ja takaa asuntorahoitusta sekä ohjaa ja valvoo asuntokannan käyttöä ja kehitystä. Toiminta-ajatuksena on edistää kohtuuhintaista, kestäväää ja laadusta asumista.
<i>as.oy</i>	Asunto-osakeyhtiö, taloyhtiö.
<i>Asuntokunta</i>	Asuntokunta koostuu kaikista asuinhuoneistossa tai asunnossa asuvista henkilöistä.
<i>CLT</i>	Cross Laminated Timber. ristiin laminoitu, pohja-alaltaan suorakulmainen puulevykokonaisuus, jonka suomenkielinen nimitys on monikerroslevy.
<i>e=0.5</i>	e-luku 0.5. Esimerkiksi tontin ala 400m ² , rakennuksien kerrosala 200m ²
<i>e-luku</i>	Tontin tehokkuusluku, eli kerrosalan suhde tontin tai rakennuspaikan pinta-alaan.
<i>EU</i>	Euroopan Unioni
<i>Gryndaus, perustajaurakointi</i>	Asuintalojen ja kiinteistöjen rakentamista perustamisesta luovutukseen. Gryndaamisella tarkoitetaan ed. mainittujen rakentamisella ja myymisellä tapahtuvaa liiketoimintaa.
<i>Hitas</i>	Helsingin kaupungin asuntojen hinta- ja laatutason sääntelyjärjestelmä. Järjestelmän ideana on kyetä tarjoamaan kohtuuhintaisia omistusasuntoja, joille on ennen rakentamista määritetty korkein mahdollinen myyntihinta.
<i>k-m², kem²</i>	Kerrosneliömetri
<i>m²</i>	Neliömetri
<i>nettom²</i>	Nettoneliömetri. Ulkoseinien sisäpintojen rajaama ala yhteenlaskettuna kaikista kerroksista. Sisältää porrasaukot, tekniset tilat, lämmitetyt ja puolilämpimät tilat kuten varastot ja autotallit.

<i>Palomuuuri</i>	Seinä, joka määrätyn ajan estää palon leviämisen sen toiselle puolelle ja kestää siihen liittyvän rakennuksen tai sen osan sortumisen ja sortumisesta aiheutuvat iskut.
<i>Perustaja-rakennuttaminen</i>	Rakennuttamismuoto, jossa asunto- tai kiinteistöyhtiön tai kohteen urakoitsijana toimii eri taho kuin kohteen osakkeiden myyjä. Yritys rakennuttaa ja myy kohdetta, jonka rakentamisen ostavat urakoitsijalta.
<i>Pre-cut</i>	Esileikattujen ja –valmistettujen rakennusmateriaalien rakennustapa. Pre-cut –järjestelmässä rakennusmateriaali valmistellaan asennusvalmiiksi, määrämittäiseksi, lovetuksi ja viistetyksi niin, ettei rakennusmateriaaleja jouduta työstämään työmaalla.
<i>Townhouse</i>	Townhouse-talolla tarkoitetaan julkisivultaan kapeaa, kadun varrelle rakennettua pientaloa, jonka ominaisuuksia ovat naapuritaloihin kiinnittyneet sivuseinät, monikerroksisuus ja perinteisesti omatonttisuus.

SÄÄDÖSLUETTELO

Asunto-osakeyhtiölaki 22.12.2009/1599

Kiinteistönmuodostuslaki 12.4.1995/554

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 958/2012.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Ryhmärakennuttamislaki 6.3.2015/190

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 1981. Osa E1 - Rakenteellinen paloturvallisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2002. Osa E1 - Paloturvallisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2011. Osa E1 - Rakennusten paloturvallisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2004a. Osa F1 - Esteetön rakennus

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004b. Osa G1 - Asuntosuunnittelu

1. Johdanto

Kaupungistuminen ja asukkaiden keskittyminen haluttuihin asumiskeskuksiin ovat asumispolitiikkaan liittyviä ilmiöitä, jotka muovaavat voimakkaasti Suomen suurimpien kaupunkien asutokannan kehitystä luoden paineita kuntien kaavoituksiin. Suurten keskittyneiden kaupunkien, kuten Helsingin ja Tampereen, asutokannat rakentuvat pääasiassa kerrostaloista (Helsinki 86% Tampere 73%) (Valjus. 2014; Tilastokeskus. 2016). Kerrostalopainotteisten kaupunkien asutokantojen ja tasaisen väestörakenteen hyvän kehityksen edellytyksenä ovat monipuolisen huoneistotyyppijakauman säilyttäminen sekä riittävä kohtuuhintaisten perheasuntojen tuotanto. Monissa muuttovoittokaupungeissa, kuten esimerkiksi Helsingissä, pientalojen vähyys ja hintatasojen nousu ovat saaneet lapsiperheelliset muuttamaan naapurikuntaan. Samanaikaisesti Helsingin väkiluvun ennustetaan kasvavan 80000 asukkaalla vuoteen 2030 mennessä asutokuntien yhä pienentyessä. (Helsingin kaupunki 2012). Asutokannan monimuotoisuuden lisääminen, perheasuntotuotannon tukeminen ja pientalojen kohtuuhintaisuuden säilyttäminen ovat vastauksia kaupunkien ja kuntien väliselle kilpailulle asukkaista nyt ja lähitulevaisuudessa. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012)

Uudenlaisille pientaloille on kysyntää niin kaupunkien kuin niiden asukkaiden puolelta: Yhtenä vastauksena pientalojen monimuotoisuuden lisäämisessä pidetään uutta townhouse-pientalotyyppiä. Townhouse-talo on Suomessa suhteellisen uusi ja toistaiseksi vähän rakennettu pientalotyyppi. Townhouse-talolla tarkoitetaan tyypillisesti omalla tontillaan olevaa kahdesta neljään kerroksista pientaloa, joka kytkeytyy viereisiin vastaavanlaisiin taloihin. Townhouse-talot sijoittuvat kapeilla julkisivuilla nauhamaisiksi kortteleiksi katujen varsille. Taloilla ei yleensä ole omia yhteisiä piha-alueita, vaan niillä on omat pienet yksityispihat talojen etu- ja/tai takapuolella sekä omat sisäänkäynnit suoraan kadulta. Taloille on kysyntää niin asukkaiden kuin esimerkiksi suurempien, keskittyneiden kaupunkien puolelta: townhouse-talojen asuinpinta-alan ja tonttimaatarpeen hyvä suhde sekä energiatehokkuus kiinnostavat etenkin suurimpia kaupunkeja, jotka haluavat hyödyntää pientaloille kaavoitettuja, haluttuja tonttimaita tehokkaasti tarjoten urbaaneja ja kohtuuhintaisia asumisympäristöjä asukkailleen. (Manninen ja Holopainen 2006; Huttunen ym. 2015)

Townhouse-talot erottuvat perinteisestä rivitaloasumisesta omilla sisäänkäynneillään, katukuvallaan ja omistumuodollaan: perinteiset rivitalot muodostavat yhteiset ajoväylät, pysäköinti- ja piha-alueet, joiden ympärille talot rakentuvat, siinä missä townhouse-talot ja pienet pihat sisäänkäynteineen reunustavat suoraan katuja. Townhouse-talot tarjoavat lisäksi enemmän vaihtoehtoja asuntojen hallinnoinnin suhteen, sillä asuntoja voidaan rakentaa ja omistaa erilaisin muodoin. Townhouse-taloilla voidaan rivitaloja tai omakotitaloja paremmin vastata suomalaisten paradoksaaleihin asumistottumuksiin, joissa perinteisesti halutaan asua omassa talossa omalla tontilla väljästi, mutta silti keskeisellä paikalla kaupungissa lähellä palveluita. (Huttunen ym. 2015; Juntto 2008)

Townhouse-rakentamista on harjoitettu Suomessa varsin vähän. Varhaisimmat kokeilut modernista townhouse-rakentamisesta toteutettiin jo 1990-luvulla Espoon Säterinmetsään ja 2000-luvulla Helsingin Malminkartanoon sekä Tampereen Teeri-Villilään. Townhouse-talojen kortteleita ja alueita on alettu rakentaa laajemmin Helsinkiin ja Espooseen 2010-luvulla. Helsingin kaupunki on tutkinut townhouse-ryhmän avulla kyseisen asuintyyppin rakentamista ja teettänyt aiheesta erilaisia julkaisuja ja suunnittelukilpailuja. (Manninen ja Holopainen 2006) Townhouse-taloihin liittyvät aiemmat tutkimukset Suomessa ovat keskittyneet townhouse-talon ominaisuuksiin ja asuinympäristöihin, muunneltavuuteen, energiatehokkuuteen ja kytkettyjen kaupunkipientalojen luomiin ekosysteemeihin (Kuittinen ym. 2015; Ullrich 2014). Varsinaisia laajamittaisempaan tuotantoon tai kustannuksiin liittyviä tutkimuksia ei ole toistaiseksi laadittu.

Townhouse-talot eivät ole nousseet rakentajien suosioon johtuen kytkettyyn talotyyppiin liittyvistä haasteista: Perinteisempi kerros- ja rivitalojen rakentaminen on toistaiseksi ollut helpompaa, taloudellisesti kannattavampaa ja näin suositumpaa rakentajien keskuudessa. Jatkamalla perinteistä kaupunkisuunnittelua sellaisenaan (keskusta-alueiden kerrostalorakentamista, kaupunkien laitamien rivi- tai omakotitalorakentamista) on mahdollista vastata tilastollisesti asumisen haasteisiin, kuten asuntopulaan, mutta pitkäjänteinen ja asukaslähtöinen asuntokannan kehittäminen urbaaneilla alueilla vaatii monimuotoisuuden lisäämistä ja erilaisten asuinympäristöjen kehittämistä.

Sekä Aallon että esimerkiksi Kunnallisalan Kehittämissäätiön tutkimustulosten ja Helsingin kaupungin tahtotilojen perusteella uusille townhouse- ja kaupunkipientaloille on kysyntää. Helsingin kaupungilla on lähitulevaisuudessa tavoitteena täydennysrakentaa alueitaan ja lisäksi muovata uusista asuinalueista pientalokaupunginosia. Esimerkiksi Östersundomin alueelle Itä-Helsingissä on mitoitettu tulevan suuri määrä pientaloja, joka esimerkiksi townhouse-taloja rakentamalla on laskettu olevan noin 1144000 k-m². Johdettuna asuntomääräksi alueelle tämä tarkoittaa noin 7400 kappaletta 150k-m²:stä townhouse-asuntoa. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012)

Rakennuttajien mahdollinen kiinnostuminen edellä mainitun alueen rakentamisesta uusien pientalokaupunkisuunnitelmien mukaiseksi edellyttää townhouse-talojen rakennuttamisen kysynnän parantamista perinteisten pientalojen rakennuttamisen tasolle. Townhouse-rakentamisen yleistymisen hidastajina ovat tällä hetkellä uuden ja tuntemattoman talotyypin harvinaisuuden tuomat haasteet esimerkiksi suunnittelussa ja rakennuskustannuksissa sekä lainsäädännön ongelmat. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012; Kuittinen 2014; Kunnallisalan Kehittämissäätiö 2017)

Townhouse-talojen rakennuttamisen, kysynnän, kustannustehokkuuden ja määräysten helpottamisella on rakentamisesta mahdollista saada kilpailukykyistä nykyisten kerros- ja rivitalorakentamisen ohelle, jolloin townhouse-talotyyppi toisi toivotun lisän suurten kaupunkien monimuotoisen, urbaanin asuntokannan rakentamiseen. Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia townhouse-talojen kustannustehokkaita tuotantotapoja, joiden avulla voidaan tunnistaa ja kehittää kustannuksiltaan kilpailukykyisempiä tuotantoratkaisuja townhouse-talojen rakentamiseen.

1.1. Tutkimuksen tavoite, tutkimuskysymykset ja rajaukset

Tämän diplomityön tavoite on tutkia townhouse-talojen kustannustehokkaita tuotantomenetelmiä. Kustannustekijöiden ja -tehokkuuden analyysissa tutkitaan nykyisiä kustannusten muodostajia, rakennustapoja, haasteita sekä uusia tuotantomahdollisuuksia. Analyysin avulla pyritään selvittämään tuotantotehokkuuden parantamismahdollisuudet: miten townhouse-rakennuttamista voisi edistää, mitkä seikat hankaloittavat tai monimutkaistavat rakennuttamisprosessia, millaisia uusia rakennus- ja tuotantotapoja elementti- ja esivalmistuksen kehitys mahdollistaa puurakentamisessa, miten asuntomarkkinat suhtautuvat talotyyppiin ja miten townhouse -talojen massarakennuttaminen olisi mahdollista. Tutkimuskysymys voidaan esittää muodossa:

Miten townhouse-rakennuksia tulisi tuottaa, jotta rakennuttaminen olisi kilpailukykyistä verrattuna perinteisiin asuinrakennuksiin?

Tutkimuksen työhypoteesina on, että townhouse-talojen rakennuttamisen helpottaminen sekä suunnittelu- ja rakennustapojen selventäminen yhdessä uusien teollisten tuotantotapojen avulla osoittaisivat townhouse-talot kannattaviksi ja kilpaileviksi vaihtoehtoisiksi perinteisten pientalotyyppien rinnalle eri rakennuttamistavoista huolimatta.

Tutkimus on rajattu käsittelemään puurunkoisten townhouse-talojen rakennuttamista ja tuotantoa Suomessa. Rakennusprosessissa on otettu huomioon koko tuotantoketju aina muuttovalmiiseen asuinrakennukseen asti. Työssä ei syvennytä ulkomailta Suomeen rantautuneiden townhouse-talojen kehityksen vaiheisiin tai talojen perusominaisuuksiin aiempien tutkimusten tavoin, vaan tutkitaan townhouse-talojen modulaarista rakentamista, esivalmistusmahdollisuuksia ja ratkaisuja teollisempaan ja tehokkaampaan, esivalmistetumpaan puurakenteiseen talotuotantoon riippumatta rakennuttavasta tahosta.

1.2. Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä diplomityössä ovat kirjallisuustutkimus, case-tutkimus ja teemahaastattelut. Kirjallisuusosassa tutkitaan townhouse-talojen aiempia tutkimuksia, townhouse- ja kytkettyjen kaupunkipientalojen rakentamista Suomessa sekä kytkettyjä kaupunkipientaloja koskevia määräyksiä. Osassa selvitetään rakennetuissa townhouse-kohteissa tunnistettuja haasteita ja niiden taustoja, käsitellään townhouse-rakentamisen nykytilaa ja rakentamiseen vaikuttavaa lainsäädäntöä sekä townhouse-rakentamisen kehitystä, townhouse-talojen suunnittelua ja rakennuttamista. Puurakentamisen tuotannosta tutkitaan esivalmistusta, erilaisia rakennusjärjestelmiä ja moduulirakentamista.

Kirjallisuustutkimuksen menetelmäksi valittiin laadullinen, selittävä tutkimus townhouse-talojen tuotantoon liittyen: varsinaisia kytkettyjen kaupunkipientalojen tuotantokustannuksia tai vertailukelpoista kustannustietoa eri hankkeiden välillä ei ole saatavilla, joten muuttuja-ajattelun tyyppiseen määrälliseen tutkimukseen ei katsottu olevan tarpeeksi vertailukelpoista aineistoa tai vakioituja muuttujia. Näin ollen sekä kirjallisuustutkimus että empiirinen tutkimus suoritettiin laadullisina tutkimuksina. (Eriksson ja Koistinen 2005)

Tutkimusaineistossa on huomioitu moderneja tuotantotapoja asuinrakentamisessa käsittelevät tutkimukset noin 2000-luvun alusta alkaen ja se on rajattu tiukasti tutkimustyön aihealueiden ympärille: tavoitteena on ollut tuottaa teoriaosuuteen tarpeeksi kattava aineisto Eskola ja Suoranta (2005) mukaan, jolla saadaan tarpeeksi laaja ymmärrys tutkittavien kohteiden ilmiöihin. Kirjallisuustutkimuksen aineisto on hankittu painetuista teoksista, Helsingin kaupungilta, Aalto-yliopiston aineistoista ja digitaalisista lähteistä eri tietokannoista.

Empiirinen tutkimusosa perustuu tapaus- eli case-tutkimukseen ja townhouse-talojen kanssa työskentelevien tahojen teemahaastatteluihin. Case-tutkimuksen kohteena on puurakenteisen, teollisesti tuotetun townhouse-asuinkorttelin rakennushanke esikaupunkialueella Helsingissä. Case-tutkimuksen avulla tutkittiin pilottiluontoisen, moderneja insinööripuutuotteita ja tuotantometodeja käyttävän rakennushankkeen etenemistä ja kustannusten muodostumista.

Case-tutkimusta on tutkittu Stake (1995) määrittelemällä välineellisen tapaustutkimuksen menetelmällä: Tutkimustavoitteena on ollut hahmottaa townhouse-hankkeen suunnittelussa ja uusien tuotantotapojen soveltamisessa muodostuvia haasteita ja vältettävissä olevia, kustannuksia muodostavia tekijöitä. Tapaustutkimuksen muoto on selittävä, eli tutkimuksessa pyritään selittämään havaittujen käytäntöjen syitä: tavoitteena on selittää hankkeen kehitysvaiheiden ja tapahtumien välisiä suhteita ja niiden vaikutuksia. (Eriksson ja Koistinen 2005). Valitulla tutkimusmenetelmällä on saavutettu tietoutta siitä, minkälaisia kustannuksia kasvattavia ja hanketta viivästyttäviä tilanteita vastaavanlaisissa rakennushankkeissa voidaan kohdata ja miten niitä voidaan välttää koko hankkeen sujuvoittamiseksi ja järkevöittämiseksi. Case-tutkimuksen tutkimusaineisto on kerätty suunnittelijoilta ja hanketta koordinoineilta tahoilta. Lisäksi aineistoa on kerätty rakennushankkeessa toimivien henkilöiden haastatteluilla ja Aalto-yliopiston omista lähteistä.

Case-tutkimuksen ohella laadullista empiiristä tutkimusta varten suoritettiin yhdeksän kappaletta haastatteluja jakautuen eri toimijoihin taulukon 1 mukaan:

Taulukko 1. Haastatellut henkilöt ja organisaatiot.

Tehtävä	Organisaatio
Toimitusjohtaja	Rakennusliike
Professori, arkkitehti	Yliopisto, Esikaupunkikortteli 2020
Projektijohtaja	Kaupungin/kunnan aluesuunnittelu
Projektipäällikkö, arkkitehti	Kaupungin/kunnan aluesuunnittelu
Projektipäällikkö, arkkitehti	Kaupungin/kunnan kaupunkisuunnittelu
Pientaloasiamies, arkkitehti	Kaupungin/kunnan tonttiosasto
Myynti- ja markkinointijohtaja	Puu- ja rakennuselementtivalmistaja
Tuotannon johtaja	Talonrakennusyritys
Suunnittelijat (3hlö)	Arkkitehtiopiskelijat Aalto-yliopistosta, Esikaupunkikortteli 2020

Tutkimuksen haastattelut on suoritettu teemahaastatteluina. Haastattelumenetelmäksi valittiin kasvokkain käytävä keskusteluntyyppinen teemahaastattelu. Valittu haastattelumuoto soveltuu hyvin laadulliseen tutkimukseen (Eskola ja Suoranta 2005). Teemahaastatteluilla tavoiteltiin vastauksia townhouse-talojen tuotantoon liittyen, jotta saataisiin taustatietoutta townhouse-rakentamisen nykytilaan sekä kokemuksia ja ajatuksia rakentamisen kehittämiseen Suomessa. Haastatteleamalla eri tuotantoon liittyviä tahoja on kyetty hahmottamaan rakentamiseen vaikuttavien tekijöiden vaikutuksia toisiinsa. Tavoite oli myös kerätä parannusehdotuksia ja ideoita ottaen huomioon koko puurakentamisen nykytilan, mahdollisuudet ja kehityksen. Kvantitatiiviset metodit jätettiin pois sekä kirjallisuus- että empiirisestä tutkimuksesta ensin laaditun kirjallisuustutkimuksen tuloksien perusteella: niissä ilmeni mahdollisten haastateltavien tahojen rajallisuus Suomessa sekä toteutuneiden hankkeiden huono soveltuvuus kustannustehokkuuksien vertailuille.

Haastateltavilta henkilöiltä kysyttiin liitteessä 2 esitetyt teemakysymykset ja heidän kanssaan käytiin avointa keskustelua townhouse-rakentamiseen liittyen. Haastattelut kestivät noin puolesta tunnista tuntiin. Lisäksi taulukossa 1 mainittuja suunnittelijoita haastateltiin kahteen kertaan avoimessa ryhmähaastattelussa, jossa kaikki kolme suunnittelijaa olivat paikalla. Suunnittelijoiden kanssa käytiin myös sähköpostitse kirjeenvaihtoa maaliskuu-kesäkuu 2017 välisenä aikana liittyen case-tutkimukseen ja sen vaiheisiin.

Haastattelujen tiimoilta tunnistettiin yhteneväisyyksiä olemassa oleviin kirjallisuusosion tutkimustuloksiin. Tutkimusten tuloksia on vertailtu keskenään, ja kaiken kerätyn tutkimustiedon perusteella on päädytty kehitysajatuksiin, joiden perusteella puurunkoisten townhouse-talojen teollista ja kustannustehokasta tuotantoa voitaisiin edistää Suomessa.

1.3. Työn rakenteen kuvaus ja tutkimusmenetelmät

Tämän johdantoluvun jälkeen luvussa 2 selvitetään, miten merkittävimpiä suomalaisia townhouse-asuinrakennuksia on tähän mennessä toteutettu. Tavoitteena on jäsentää, mitä haasteita projekteissa on kohdattu, miten townhouse-rakentaminen on kehittynyt projekteittain ja miten rakentamista voisi sujuvoittaa.

Luvussa 3 tutkitaan puurakentamista; puurunkoisten pientalojen rakennustapoja, haasteita, teollista rakentamista, elementtirakentamista ja mahdollisuuksia uusille townhouse-talotyypeille. Luvussa 4 tutkitaan townhouse-talon erilaisia rakennuttamis- ja hallinnointivaihtoehtoja sekä niiden vaikutuksia kustannuksiin.

Luvun 5 tapaustutkimuksessa tarkastellaan Helsingin Vartiokylään rakenteilla olevaa puurakenteisten taloyhtiömuotoisen townhouse-kaupunkipientalojen korttelia. Tarkoitus on tutkia keinoja, joiden avulla rakentamisesta saadaan kustannustehokkaampaa ja kannattavampaa sekä perinteiseen rakentamiseen että vastaavanlaisiin toisiin hankkeisiin verrattuna. Kohdekortteli on edennyt tämän diplomityön laatimisen aikana luonnossuunnittelusta toteutussuunnitteluun. Tutkimusaineisto perustuu haastatteluihin, suunnitteluryhmältä ja koordinoijilta sekä Aalto-yliopistolta saatuihin materiaaleihin.

Luvussa 6 esitetään kirjallisen ja empiirisen tutkimuksen tulokset. Työn tuloksilla pyritään vastaamaan jo mainittuun tutkimuskysymykseen, eli tunnistamaan haasteita ja luomaan kehitysehdotuksia kustannustehokkaiden ja kannattavien townhouse-talojen tuotantomenetelmiin, rakennuttamismahdollisuuksiin ja nykyisten haasteiden voittamiseen. Tulosten pohjalta on myös laadittu ehdotus kustannustehokkaimman tuotantokonseptin valinnasta.

Luvussa 7 esitetään kehitysehdotuksia teollisesti tuotettujen puurakenteisten townhouse-talojen kustannustehokkaaseen tuotantoon ja vertaillaan tämän tutkimuksen tuloksia aiempiin tutkimuksiin ja lähtöoletukseen. Luvussa esitetään myös ehdotuksia jatkotutkimuksen kohteille.

2. Townhouse-rakentaminen Suomessa

2.1. Townhouse-talo ja aiemmat tutkimukset townhouse-taloista

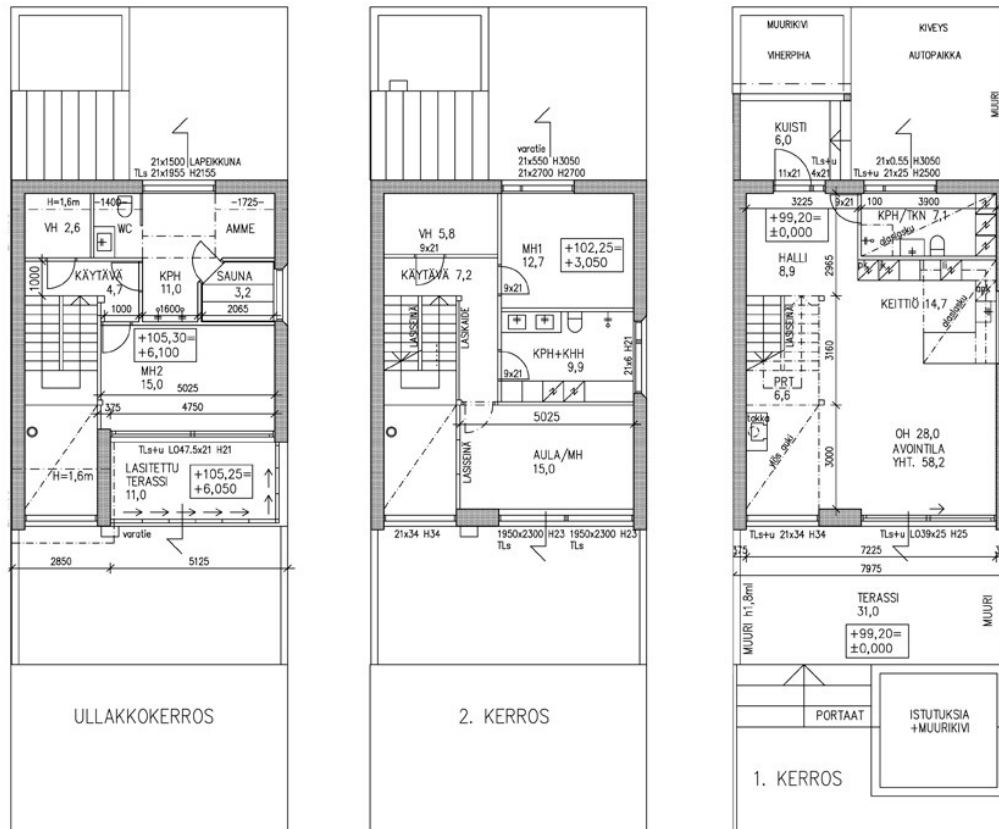
2.1.1. Townhouse-talo

Townhouse-talo on Suomessa uusi ja vähän rakennettu pientalotyyppi. Townhouse-talo voidaan määritellä toisiin taloihin kytketyksi, kahdesta neljään kerroksiseksi kaupunkimaiseksi pientaloksi. Townhouse-talo on kytketty fyysisesti yhdeltä tai molemmilta sivuseiniltä toisiin vastaaviin rakennuksiin, jotka sijaitsevat perinteisesti omilla tonteillaan. Townhouse-taloilla on omat pienet yksityispihat talojen etu- tai takapuolella sekä omat sisäänkäynnit suoraan kadulta, eikä niillä ole yleensä rivitalotyyppisiä yhteispihoja tai yhteisiä alueita. Townhouse-taloa voi verrata omakotitaloon, joka on rakennettu täysin tontin laidasta laitaan ja kiinni naapuritaloihin. (Manninen ja Holopainen 2006)



Vasemmalla kuva 1. Townhouse-taloja Västra Hamnenissa, Malmö. Kuva Google Maps 2015. Oikealla kuva 2. Townhouse-asumista Kööpenhaminan Østervoldissa. Kuva Olli Koskinen 2017.

Townhouse-talot erottuvat lisäksi perinteisestä rivitaloasumisesta myös katukuvallaan: rivitaloalueilla on yleensä yhteiset ajoväylät sekä pysäköinti- ja piha-alueet, joiden ympärille talot rakentuvat siinä missä townhouse-talot reunustavat suoraan katuja. Townhouse-talot sijoittuvat kapeilla julkisivuilla nauhamaisiksi kortteleiksi katujen varsille. Townhouse-talojen julkisivut ovat yleensä leveyteen nähden korkeita ja talojen pohjamuoto on suorakaiteen muotoinen. Townhouse-talot sekä tontit ovat siis perinteisesti kapeita ja syviä.

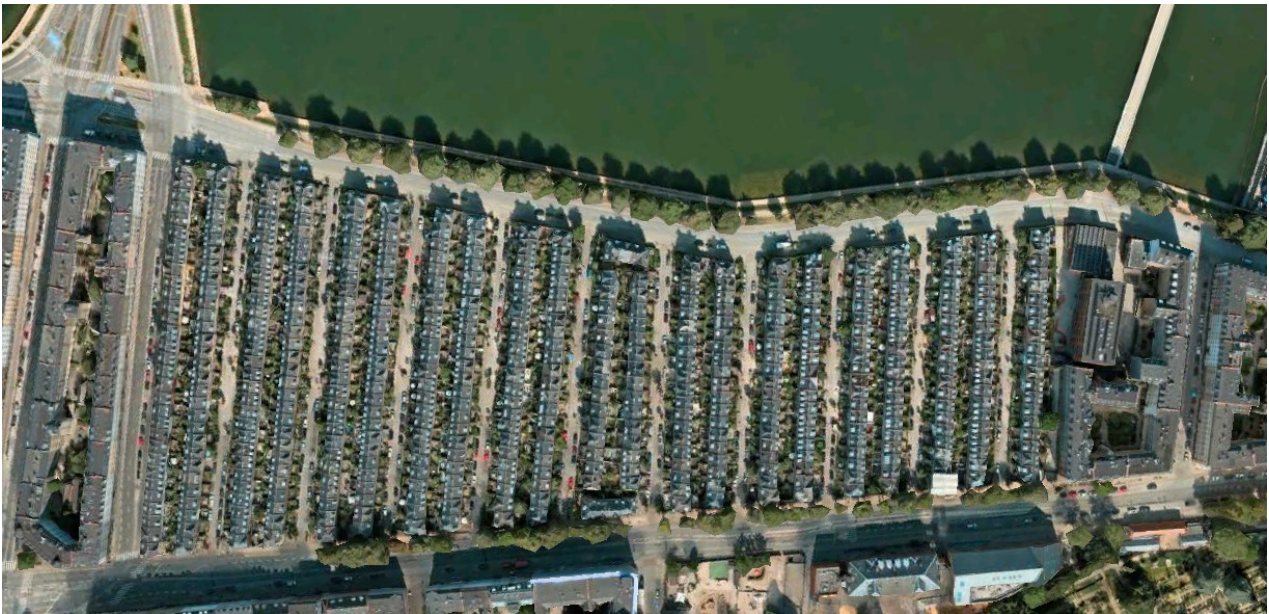


Kuva 3. Jämerä townhouse -valmistalon pohjapiirustukset. Lähde: Jämerä-kivitalot 2016.

Townhouse-taloista on kaupunkiasumisen historiassa rakennettu eri maissa perusominaisuuksiltaan ja rakennustavoiltaan vaihtelevia versioita, joille yhteistä on kuitenkin sijainti kaupungissa katujen varsilla. Townhouse-taloille ei ole olemassa yhtä yhteistä alkuperää, vaan kytketyillä kaupunkitaloilla on kussakin maassa omat syntyhistoriansa. Rakennustyyppit ovat määräytyneet eri käyttöperusteiden ja tarpeiden mukaan. Townhouse-talojen kaltaisilla kaupunkitaloilla on pyritty vastaamaan eri yhteiskunnan kehitysvaiheissa niin toiminnallisiin, taloudellisiin kuin maankäyttöliin haasteisiin. Townhouse-talojen tyylisten eurooppalaisten kauppiaiden kaupunkiasuntojen juuret voidaan katsoa johtavan muun muassa Iso-Britanniaan, Irlantiin, Alankomaihin, Saksaan ja Pohjois-Amerikkaan. Niissä asunnot ovat kehittyneet erilaisten muuttoliikkeiden vaiheiden kautta, mutta yhteisiä kehitystä ajavia tekijöitä ovat olleet nimenomaan kaupungistumisen aiheuttama tarve nostaa kaupunki- ja keskusta-alueiden maankäytön sekä rakentamisen tehokkuutta. (Manninen ja Holopainen 2006, Huttunen ym. 2015). Olennaista on havaita, että talotyyppi on syntynyt maihin luontaisesti vastaamaan käyttötarkoituksia rakentamisen mahdollisuuksien rajoissa. Kyseisissä maissa rakentamisen nykyaikainen ohjaus tuntee kytketyt kaupunkipientalot omiksi kokonaisuuksiksi (townhouse, terraced house, attached house) toisin kuin Suomessa.

Pohjoismaissa, esimerkiksi Tukholmassa, on rakennettu pienessä mittakaavassa kaupunkitaloja aina 1800-luvun puoliväliin saakka. Esimerkiksi Östermalmilta löytyy kohteita 1900-luvun alusta. Eniten townhouse-taloja löytyy 1910- ja 1920-luvuilla rakennetulta Tysta Gatanilta. (Stockholms Stadsmuseum 1986) Tukholmassa purettiin myöhemmin pieniä kaupunkitaloja ja niitä korvattiin Saksasta ja Ranskasta tulleiden vaikutusten ja rakennustehokkuuden nostamisen seurauksina. Ruotsissa on myös elvytetty townhouse-tyypistä kaupunkirakentamista samalla tavoin kuin Suomessa. (Manninen ja Holopainen 2006).

Suomea lähellä olevat mittavat 1900-luvulla tai jälkeen rakennetut townhouse-alueet löytyvät esimerkiksi Kööpenhaminasta, jossa townhouse-taloja on rakennettu useita kortteleita aivan keskustan alueille.



Kuva 4. Townhouse-kortteleita Kööpenhaminan Østervoldissa. Kuva Apple Kartat 2017.

Arkkitehti Armas Lindgren suunnitteli 1910-luvulla Kulosaaren vahvasti Lontoon suuremmista townhouse-taloista vaikutuksia saaneen rivitalokokonaisuuden, Ribbingshofin, joka valmistui vuonna 1916. Talot olivat samalla ensimmäisiä Suomeen suunniteltuja ja rakennettuja rivitaloasuntoja. Talot ovat muurattu tiilestä ja välipohjat ovat puurakenteisia. Rakennus edustaa tyyliään Englannin townhouse-asuntoja, joskin asunnot eivät ole läpitalon huoneistoja vaan syvyys suunnassa talo on jaettu kaksiiin asuntoihin.

Mannisen ja Holopaisen (2006) mukaan vastaavan aikakauden kaupunkitaloasumuksia rakennettiin Munkkiniemeen 1920-luvulla. Lindgren ja Elias Saarinen suunnittelivat Hollantilaisentielle vastaavan kaltaisen rivitalokokonaisuuden. Talot eivät olleet varsinaisesti modernin townhouse-talon kaltaisia, vaan modernien omakotitalojen ja pienkerrostalojen sekoituksia omilla sisäänkäynneillään suoraan kadulta. Vastaavanlaiset talokokonaisuudet ovat toimineet Keski-Euroopassa esikuvina *terraced house* -tyylisille taloille, joista modernit, ulkonäöltään erilaiset ja persoonallisemmat, mutta rakenteelliselta ajattelultaan *terraced house* -taloja vastaavien townhouse-talojen voidaan nähdä kehittyneen.

Vanhempien ja modernien townhouse-talojen väliin sijoittuu esimerkiksi Helsinkiin 1950- ja 60-luvulla rakentuneet katuun rajoittuvat kytkettyjen pientalojen tyylliset rivitalokokonaisuudet. Hyvinä esimerkkeinä näistä voidaan mainita Lauttasaassa sijaitsevat Ekonomi-talot Taivaanvuorentielle tai Maunulan Pirttitiellä.



Kuva 5. Ekonomi-rivitalot Lauttasaarella, Helsingissä. Lähde: As Oy Ekonomitalot 2012.

Modernit townhouse-talot eroavat aiempien vuosisatojen vastaavista ratkaisusta rakennusmateriaaleiltaan, -tavoiltaan ja ulkonäöltään, mutta logistisesti perusajatuksien ovat samoja. Yhtäläisyydet myös 1950-lukujen katurajoitteisiin rivitaloihin ovat selkeitä: taloilla on omat sisäänkäynnit, pienet etu- ja/tai takapihat, kapeat julkisivut, monikerroksiset ratkaisut ja ne ovat kytköksissä naapuritaloihin. Kerroksien nähdään ryhmittelevän olo- ja makuuhuonekerrokset niin, että usein ylemmissä kerroksissa on makuu- tai työhuoneita ja alakerrassa yleisiä tiloja, kuten olo- ja ruokahuone sekä keittiö. Samankaltaiset huoneiden järjestelyt toistuvat uusissa, moderneissa townhouse-taloissa Suomessa. Townhouse-talojen yksinkertaisen suorakaiteen muotoisen pohjan avulla talot ovat helposti räätälöitävissä käyttötarkoituksen mukaan, ja suorakaiteisuus suosii myös muunneltavuutta, sillä talot voidaan suunnitella sisältä hyvin erikaltaisiksi ja myöhemmin käytön mukaan helposti muuteltaviksi (Huttunen ym. 2015).

Kytkeytyneiden kaupunkipiientalojen – joita townhouse edustaa – rakentamisesta on Suomessa vähän sovelluksia eikä talotyyppi ole 2000-luvulla yleistynyt. Talotyyppillä ei ole vuosikymmenten takaa historiaa tai suoria sovelluksia, joten rakennusala ei ole kokemuksia kuin 2000-luvulla toteutuneista hankkeista. Laajemman mittakaavan rakentaminen edellyttää talotyyppiin tutustumista niin arkkitehtonisesti kuin rakenteellisesti, jotta toimivia tuotantotapoja voidaan kehittää. Avainasemassa ovat toteutuneiden, pilottiluontoisten 2000-luvun hankkeiden sekä uusimpien tuotantotekniikoiden analysointi, joiden avulla uusien kustannustehokkaiden tuotantotapojen konseptointia voidaan kehittää.

2.1.2. Aiemmat tutkimukset townhouse-taloista

Townhouse-taloja ovat tutkineet Suomessa esimerkiksi Tampereen ja Helsingin kaupungit sekä Aalto-yliopisto. Tutkimukset ovat liittyneet townhouse-talojen tuomiin mahdollisuuksiin kaupunkisuunnittelussa aluekehittämisen, asuinalueiden monipuolistamisen ja kehittämisen sekä suunnittelukilpailujen yhteydessä. (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003; Pulkkinen 2011; Kuittinen 2014; Kuittinen ym. 2015) Myös esimerkiksi Ullrich (2014) on vertaillut saksalaisten townhouse-tyyppisten rakennusten ominaisuuksia ja toimivuutta Suomessa.

Townhouse-talojen on todettu tuovan monipuolisen lisän perinteisten omakoti- ja rivitalojen sekä kerrostalojen välille. Townhouse-rakennustyyppi mahdollistaa myös kohtuuhintaista, urbaania rakentamista energiatehokkaasti ja omatoimisesti. Lisäksi townhouse-taloja tuottamalla voidaan rakentaa kestävä kehitys mukaisia, tiiviitä kaupunkipiientaloja. (Kuittinen 2014; Kuittinen ym.

2015) Tutkimukset ovat painottuneet pääsääntöisesti townhouse-talon ominaisuuksiin ja esimerkiksi kytkettyjen kaupunkipientalojen mahdollistamiin, erilaisiin urbaaneihin ekosysteemeihin muun muassa Huttunen ym (2015), Ullrich (2014) ja Perämäki (2016) tutkimuksissa. Vastaavanlaisia tutkimuksia liittyen asuinympäristöihin ja townhouse-talojen levittymiseen uusille alueille ovat tehneet muun muassa Aasiassa Kawakami ym. (2013).

Edellä mainituissa tutkimuksissa ei ole keskitytty varsinaisesti townhouse-talojen rakentamiseen, tuotantoon tai kustannusvertailuihin. Varsinaisia kustannustehokkuustutkimuksia tai erilaisten townhouse- tai kytkettyjen pientalojen tuotantomenetelmiä vertailevia tutkimuksia ei kirjallisuustutkimuksessa löytynyt Schuster (2005) tai Fawcett (2005) kustannussäästöjä esitteleviä tutkimuksia enempää: Tuotantomenetelmien tarkka tutkimus vaatii kahden tai useampien vastaavanlaisten kohteiden tuottamista eri menetelmillä, eikä tällaista tutkimustietoa kytkettyjen pientalojen teollisesta tuotannosta ole saatavilla. Lähinnä vastaavia tutkimuksia on tehty pientalojen osalta, joissa vertaillaan esimerkiksi yksittäisen pientalon rakentamista kahdella eri menetelmällä omakotitaloalueella. Tällaiset tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoisia tämän diplomityön tutkimuksen kannalta. Yksittäiset pientalokohteet eroavat merkittävästi teollisesti tuotetuista ratkaisuista, joissa toteutusmäärät ovat suurempia ja tuotanto on koko rakennuksen tuotantoketjussa vakioitua.

2.2. Modernit townhouse-talot Suomessa

Suomen ensimmäiset modernin tyyppin townhouse-tyyppiset kohteet ovat rakentuneet 1990- ja 2000-luvulla Espooseen ja Helsinkiin. Sittenkin erilaisia townhouse-kohteita on rakennettu lisää pääkaupunkiseudulle sekä esimerkiksi Tampereen Villilään. Myös muille kaupunki- ja keskusta-alueille kaavoitetaan kytkettyjä kaupunkipientaloja: esimerkiksi Kangasalaan on kaavoitettu suuri, noin 30-40 townhouse-talon alue Urheilutien varrelle. Tässä työssä ei esitellä kaikkia Suomeen toteutuneita kohteita, vaan valittuja townhouse-kokonaisuuksia ja niistä poimittuja townhouse-rakentamiseen liittyviä haasteita. Kohteiden suunnittelussa ja alueiden kehittämissä huomataan, että uusissa projekteissa on yritetty välttää aiempien projektien haasteita ja pyritty löytämään toimivaa tuotantokonseptia kytketyille kaupunkipientaloille. Kohteet on esitelty niiden toteutusten kronologisessa järjestyksessä.

2.2.1. Säterinmetsä

Ensimmäiset pääkaupunkiseudun ja Suomen townhouse-talot rakennettiin Espoon Säterinmetsään 1990-luvulla uudelle suunnitellulle kaupunkipientaloalueelle. Alueen asemakaava rajautuu noin kilometrin päähän Leppävaaran asemalta etelään Impilahdentien varrelle. Ajatus kaupunkipientaloalueesta ja kytketyistä pientaloista nousi esille alueen kehittälykeskusteluissa 1993. Suunnittelukokeilu osoitti, että alueelle olisi mahdollista rakentaa $e=0.6$ tehokkuudella kaupunkipientaloja, jolloin alueelle voitaisiin asuttaa noin 500 asukasta kaupunkipientaloihin ja pienkerrostaloihin alkuperäisten kerrostalosuunnitelmien sijaan. Yleisenä suunnitteluperiaatteena pidettiin ”pikkukaupungin” identiteetin luomista. Alueen kehittämiseen otettiin siksi mukaan asukasnäkökohtia, ja vuonna 1996 kaupunginhallitus hyväksyi alueen asemakaavaehdotuksen, ja asemakaavasta saatiin lainvoimainen 1997. Asukasysteistyö alueen suunnittelussa toteutettiin niin, että asukkaita etsittiin mukaan osallistumaan ja tuomaan omia näkemyksiään sille, miltä pientalokaupungin tulisi näyttää. (Fogelholm 2003)

Alueelle kaavoitettiin yhteensä 18 vuokratonttia kaupunkipientaloille yhdessä erilaisten pientalojen kanssa (rivitalot, luhtitalot, pienkerrostalot). Tontit arvottiin 1997 ja rakennettiin 1990- ja 2000-lukujen taitteessa. Lopullinen asemakaava on etenkin julkisivuun, materiaaleihin ja talojen väreihin liittyen hyvin vapaa, ja toteutuneet kohteet ovat hyvin toisistaan poikkeavan näköisiä. Asemakaava otti kantaa lähinnä harjakorkeuteen ja harjan kaltevuuskuulmaan sekä talojen etäisyyteen kadusta.

Pääasiassa kohteet ovat 2,5-kerroksisia. Kaavalla haluttiin saada aikaan aito, urbaani townhouse-tyyppinen pientaloalue, joka myös toteutui. Kaupunkipientalot toteutettiin alueelle hartiapankkirakentamalla omakotitaloina, joiden keskimääräinen toteutusaika oli 21 kuukautta. (Fogelholm 2003)

Tonttien vuokrat olivat rakentamisen hetkellä noin 177€/rak.m² (vuonna 1998) (Fogelholm 2003). Toteutuneiden rakennusten hinnat olivat keskimäärin 220000€ ja vaihteluväli oli 150000-300000€. Esimerkiksi rakentamiskustannusindeksillä 2000=100, 2002=103,27 ja 2015=138,35 vastaavat lukemat vuodelle 2015 olisivat noin 295000€ ja 200000-400000€. Keskimääräiset kerrosneliömäärät ovat noin 200m². Keskiarvojen perusteella rakennusten toteutushinnat vaihtelivat 1100€/rak.m² tienoilla.

Uusilla asukkailla oli huomattavasti vaikutusvaltaa aluesuunnittelussa, heitä kuunneltiin esimerkiksi tonttien mitoituksessa. Omakotitalorakentajat valittelivat silti loppujen lopuksi esimerkiksi tonttien kaarevuutta, sillä se aiheutti ongelmia talojen suunnittelussa. (Fogelholm 2003; Lehtonen 2014) Säterinmetsän asemakaavan kehitystyö eri vaiheineen oli pitkäkestoinen ja työläs prosessi verrattuna myöhempiin townhouse-projekteihin. Omatoiminen rakentaminen johti tilanteeseen, jossa talot rakentuivat eriaikaisesti. Rakentamisen ongelmista mainitaan Fogelholmin (2003) esittelemissä kyselyissä:

”yhtäaikaisen rakentamisen aiheuttama rakennustarvikkeiden ja kaivamisen sekamelska ja tilan puute olivat rasittavaa ja kallista.” (Fogelholm 2003, s. 110)

”Kun naapuri tästä huolimatta saattoi muuttaa vasta 2 vuotta seinänaapurinsa jälkeen, syntyi kosteusongelmia talojen välisen seinän ollessa sopimaton ulkoseinäksi.” (Fogelholm 2003, s. 110)

Kostuminen todettiin ongelmaksi, jota pyrittiin torjumaan erilaisilla pressuilla ja kuivaimilla. (Fogelholm 2003)

Omatoimirakentamisen eriaikaisuuksien ja talotyyppien kokemusten puutteiden takia taloissa oli liki mahdotonta hyödyntää yhteisrakentamista. Jokainen omatoimirakentaja teki omat pohjarakennustyönsä ja synergioista rakennusprosessien suhteen vastasivat rakennuttajat yhdessä. Esimerkiksi arkkitehti Lauri Tuokko, joka johti projektia, kertoo kunnallistekniikan ja kaukolämmön yhteisliittymien olleen suunnittelupöydällä. Ajatuksena oli rakentaa erillinen tekniikkatila talorivien päätyihin, josta esimerkiksi kaukolämpö- ja kunnallistekniikka olisi jaettu eteenpäin asukkaille. Kellareiden rakentaminen ja asukkaiden yhteispäätös omasta itsenäisestä hallinnasta kuitenkin kaatoi suunnitelmat. Säterinmetsän townhouse-talot ovat siis aidosti omatonttisia omakotitaloja, eikä tonteilla ole erilaisia rasitus- tai hallinnanjakosopimuksia liittyen yhteisiin alueisiin ja tekniikoihin. (Fogelholm 2003)

Rakennuttamisen eriaikaisuudesta ja omatoimisuudesta johtuen Säterinmetsä oli pitkään työmaa-alueena, eikä esimerkiksi kadunavauksilta vältytty. Koko Säterinmetsän pientalokaupunki rakentui verrattain pitkässä ajassa, jota on myöhemmin pyritty edistämään alueiden esirakentamisella, tiukemmalla kaavoituksella sekä tarkemmilla rakentamistapaohjeilla.



Kuva 6. Säterinmetsän townhouse-taloja. Kuva: Palomäki ym. 2017.

2.2.2. Malminkartano

Espoon Säterinmetsää vastaava pientaloaluekokeilu toteutettiin Helsinkiin Malminkartanoon vuosituhannen vaihteen jälkeen. Prosessin valmistelu alkoi, kun Säterinmetsän asuntoja vielä toteutettiin. Tontit sijaitsivat Malminkartanossa Vihdintien ja Malminkartanontien kulmassa noin yhdeksän kilometriä Helsingin keskustasta. Rakennukset muodostavat kolme rakennusmassaa Vuorenjuuri-nimisen tien varrelle. Kokonaiskerrosala on yhteensä 2980 neliötä. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Malminkartanon kaupunkipientaloalueella haluttiin välttää Säterinmetsässä esiin tulleita haasteita, kuten venyneitä aikatauluja ja eriaikaisuutta, joten kaupunki päätyi esirakentamaan tontteja. Alueen 20 asemakaavoitettua kaupunkipientalotonttia päätettiin pitkäaikaisvuokrata asukkaille niin, että tontit ovat esirakennettu perustuksille, tarvittavat tukimuurit, viemäri- ja käyttövesiverkostot ja yhteiset autopaikkatontit on rakennettu ja varsinaisten asuintalojen väliset, palomääräysten vaatimat palomuurit ovat pystyssä. Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto (ATT) oli mukana laatimassa yleissuunnitelmaa koko alueesta ja tulevista taloriveistä sekä myöhemmin esirakentamassa tontteja ennen niiden luovutusta asukkaille. Myös kaukolämpöverkosto rakennettiin valmiiksi. Järjestelyjen sopimukset kirjattiin tonttivuokrasopimusten liitteiksi yhteisjärjestelysopimukseen, johon kertyi lopulta paljon lisäkohtia alkuperäisiin verrattuna. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Asuinpinta-alojen puolesta pientalot vastaavat pienten omakotitalojen sisätiloja. Talot eivät muodosta yhteistä asukasyhtiötä, vaan talot ovat omatonttisia omakotitaloja vuokratonteilla kuten Säterinmetsässä. Asukkaiden sitouttaminen tietynlaisiin rakennustapoihin tapahtui varaus- ja vuokrasopimuksilla. Esirakentamisen kustannuksiksi arvioitiin tonttihakuvaiheessa 46000-67000 euroa per tontti. Tonttien vuokra sidottiin elinkustannusindeksiin ja se oli tonttihaun julkistusvaiheessa syyskuussa 2002 noin 1230-1740 euroa vuodessa. Tonttien pinta-alat vaihtelivat 188-290m² ja asuinrakennuksen rakennusoikeudet 112,8-161,4m² välillä. Talot ovat harkko/betonirakenteisia ja harjakattoisia. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Katualueet ja kunnallistekniikat valmistuivat jo kesän 2002 aikana. Samaan aikaan rakennusvirasto rakensi myös käyttövesi-, sadevesi- ja viemäriverkoston tonttien pihaille ajatuksella, että katualueet pystyttäisiin pitämään eheänä talorakennusprosessien aikana. Kadut jouduttiin kuitenkin avaamaan kaukolämpötöiden ajaksi uudelleen, joka aiheutti lisätöitä ja -kuluja. Talot rakentuivat talojen rakentamisen aloitushetkestä laskien aikataulussa ja viimeiset valmistuivat vuonna 2006. Helsingin kaupungin myöhemmin teettämässä palautekyselyissä selvisi, että toteutuneiden kokonaiskustannusten määrät vaihtelivat 165000-210000 euron välillä. Yksi vastaajista ilmoitti hinnaksi noin 300000€. Osa kohteista toteutettiin omatoimisella rakentamisella, osa rakennuttamalla. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Alueen rakennusprojektista on laadittu kysely, johon ovat vastanneet kaikki projektiin liittyneet tahot (20:stä rakentajasta yhdeksän, Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto, kiinteistöviraston tonttiosasto, Helsingin Vesi ja Helsingin Energia, projektin koordinoanut arkkitehti, ATT:n erikoissuunnittelijat, asukkaiden pää- ja arkkitehtisuunnittelijat (kahdeksalta 13:sta), Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto sekä kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosasto). Kyselyistä saatujen palautteiden mukaan Malminkartanon valittu toteutustapa on kehittämiskelpoinen ja se mahdollisti usealle asukkaalle taloudellisia edellytyksiä päästä asumaan omaan pientaloon Helsingissä, joskin koko prosessi oli hyvin sekava ja täynnä haasteita. Asukkaat suhtautuivat esirakentamiseen pessimistisemmin johtuen jatkuvista muutoksista ja huonosta projektijohtamisesta. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Malminkartanon townhouse-projekteista opittiin, että esisuunnittelu ja rakentamistapaohje olivat liian tiukkoja. Projektissa todettiin olleen liian monta suunnittelijaa ja suunnitelmaa samanaikaisesti. Alueen rakennuttamistapa työllisti kaikkia osapuolia huomattavasti enemmän johtuen erilaisista yhteensovituksista ja liitoksista, rönsyilevistä suunnitelmista ja asukkaiden poikkeamisvaatimuksista sekä liian löysästä projektijohtodosta. Rakennuttajat eivät sisäistäneet rakentamistapaohjetta sitovana ja aiheuttivat ylimääräistä työtä lupa-asioita ja suunnitelmia valvoville tahoille turhaan. Yhdessä kaikilla mainituilla tekijöillä oli projektia pitkittävä ja sekoittava vaikutus. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Rakentamistöiden vaikeuksina hankkeessa pidettiin esirakentamisen huonoa kontrollointia, joka johti niin ikään aikatauluvenymiin. Lisäksi pienten tonttien todettiin vaikeuttaneen työmaan sujumista perinteiseen rakentamiseen verrattuna, sillä varastotiloja ei ollut ja ahtaat tilat aiheuttivat vaikeuksia. Asuinrakennusten kaukolämpöliitynnät onnistuttiin laatimaan pieniin tiloihin, joskin tavalla, jota ei haluta jatkossa käyttää. Kustannussäästöjä olisi saatu siitä, että toistuvat suunnitelmat olisi laadittu yhteisesti kaikkiin taloihin eikä niin, että jokainen rakennuttaja joutui teettämään omat suunnitelmansa. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Valitusta rakennuttamistavasta seuranneista haasteista huolimatta kukaan rakennuttajista ei luopunut hankkeesta, vaan Vuorenjuuren alueen rakennusprojekti saatiin kokonaisuudessaan onnistumaan, eikä rakentamattomia tontteja jäänyt. Palautteisiin vastanneet tahot mainitsevat, että rakennuttamistapa oli hyvä ja opettava kehitysprojekti, josta esimerkiksi Helsingin kaupunki oppi paljon omatoimiseen rakennuttamiseen liittyen. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005) Näitä oppeja esimerkiksi esirakentamisesta on sovellettu myöhemmin mm. Ormuspellon alueella.



Kuva 7. Malminkartanon Vuorenjuuren alustava asemapiirros. Lähde: Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto 2002.

2.2.3. Teeri-Villilä

Vuosituhanen vaihteen jälkeen Tampereen Villilään rakennettiin Teeri-Villilän pelloille uudentyyppinen asuinalue nimeltään Rahola, jonne rakennettiin omatonttisia kytkettyjä omakotitaloja. Alueelle vahvistui asemakaava vuonna 1999, ja se sisälsi Sipulipuisto-nimisen puiston ympärille rakentuvia townhouse-tyyppisiä omakotitaloja yhteensä 25 kappaletta. (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003)

Tampereen kaupungin kaavoitusyksikön (2003) mukaan tavoitteena oli saada rakennettua pitkille ja kapeille kaupunkipientalontonteille omatoimisella rakentamisella hyvin townhouse-tyyppisiä asuinrakennuksia, joiden edustalla on autotallirakennus; etupihalla katujen puolella tuli olla autotallin ja talousterien rakennus, keskellä asuinrakennuksen ja pihan perällä talousrakennus. Asuinrakennusten tuli olla kaksikerroksisia ja niiden tuli rakentua kiinni toisiinsa. Alueen rakennustapaohje on selkeä ja avoin. Esimerkiksi seinien osalta todetaan, että

”Rakennusrivistö koostuu yhteenrakennetuista omakotitaloista. Rakennuksissa pyritään yksilöllisiin julkisivuihin, jotka kuitenkin yhdessä toisiinsa liitettynä muodostavat kokonaisuuden. Parhaimmillaan rakennukset ovat saman teeman variaatioita omine suunnitteluratkaisuineen.” (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003, s. 7-8)

”Julkisivujen tulee vaikuttaa yksinkertaisilta ja selkeiltä. Julkisivujen materiaaleissa tulisi suosia joko rapattua tai slammattua tiiltä, betonia, harkkoa tai hienosahattua ja kuultokäsiteltyä puuta sekä lasia ja terästä. Julkisivujen materiaalien tulee heijastaa väritykseltään materiaalille ominaista väriä. ” Rapatut pinnat tulisi olla värisävyiltään vaaleita, murrettuja ns. maavärejä ja pintavaikutelmaltaan sileitä. Puupinnat sekä rakennuksissa, rakenteissa ja aidoissa tulisi käsitellä puunvärisiksi. Yhden hallitsevan päämateriaalin ja -värin lisäksi julkisivuissa voi käyttää tehosteena toista materiaalia ja väriä.” (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003, s. 7-8)

Ulkoseinät tuli mitoittaa rajalle asti, kuitenkin oman tontin puolelle. Ulkoseinät tuli toteuttaa palomuurina palomitoituksella EI-M 60. Rakentamistapaohje salli palomuurin jakamisen eri tonteille toteutettavaksi EI-M 30 mitoituksella. Tällöin tonteille tuli perustaa rasitesopimus yhteisestä palomuurirakenteesta. (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003)



Kuva 8. Teeri-Villilän kaupunkipientalorakentajien julkisivut rakennusluvista yhdisteltynä. Lähde: Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003.



Kuva 9. Näkymä vuodelta 2009 Pukkisaarenkadulta. Kuva Google Street View 2009.

Rakentamistapaohjeeseen on liitetty lyhennelmä artikkelista Rakennettu Ympäristö-lehdestä 4/2001. Lyhennelmässä kerrotaan Tampereen kaupungin kaavoittajien ja Tampereen Teknisen Yliopiston arkkitehtuurin yhteistyöllä olleen osansa alueen asemakaavasuunnittelussa. Lähtötilanteessa 1999 oli havaittavissa, että kytketyistä omatoimisesti rakennettavista kaupunkipientaloista ei ollut kokemuksia eikä ollenkaan kaupallista tarjontaa (valmiita suunnitelmia tai taloja). Kaupunkipientalotonttien toteutuksen kokemuksista mainitaan (laadittu 2001, jolloin rakentamisvaihe käynnissä) muun muassa rakennesuunnittelun erikoispiirteistä, lvi-suunnittelun erityiskysymyksistä ja maankaivuutöistä.

Olellainen piirre rakennesuunnittelussa oli, että jokaisen rakentajan oli toteutettava talonsa itsenäisinä rakenteina niin, että ne ovat rakennettavissa ja purettavissa naapurin rakenteista riippumatta. Säännös oli todettu hyväksi, sillä rakentajat eivät aloittaneet hankkeitaan samanaikaisesti. Tällöin esimerkiksi talojen välinen lämpösuojaus tulee huomioida suunnittelussa; tonttien välisiä seiniä toteutettiin harkkorakenteilla, joissa oli riittävä lämmön- ja ääneneristyskyky ilman naapurirakenteita. Lisäksi kytketty talotyyppi asetti myös korkeusasemointiin rajauksen niin, että kytkettyjen seinien aloituskorkeuden tulee olla sama. Tällöin tonttien ja seinien korkeustaso voidaan helpoiten määrittää niin, että kaikkiin kytkettyihin taloihin valitaan samanlainen perustus ja kellari, tai kellari jätetään rakentamatta. Esimerkiksi Teeri-Villilän kohteissa päädyttiin ensimmäisten omatoimirakentajien keskuudessa rakentamaan kellarit.

Routasuojaus tuli kellariratkaisujenkin takia tehdä tontin rajalla routarajaan asti ulotetulla routimattomalla massanvaihdolla tai rajan alapuolelle ulotetuilla perustuksilla. (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003)

Eriaikainen tuotanto loi haasteita koko alueprojektissa liittyen kaivantoihin, routimiseen sekä salaojiin. Yhteistyöhankkeita toteutettiin, jos pystyttiin. Esimerkiksi sadevesiviemärointi suunniteltiin ja toteutettiin yhdessä kerralla ensimmäisen vaiheen kaupunkipientaloriville, kuten myös vesi- ja viemäryöt päärunkolinjoihin kanssa. Taloille merkattiin näin kiinteistöjen yhteisjärjestely kiinteistörekisteriin. (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003)

Teeri-Villilä toteutui suurimmalta osin 2006 vuoteen mennessä. Tämän jälkeen on pääkaupunkiseudun alueelle rakentunut kolme suurempaa ja yksi pienempi townhouse-taloja sisältävää asuinalueita: Omenamäen townhouse-talot Vuosaaren tuntumassa, Violanpuisto Hermannissa, Ormuspelto Malmilla ja Alppikylä Lahdenväylän ja Tattariharjuntien välissä Koillis-Helsingissä.

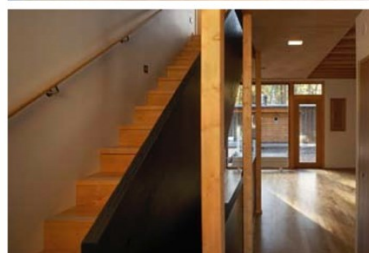
2.2.4. Omenamäki

Suomen toistaiseksi ainoat pääosin puurakenteiset townhouse-talotyyppiä edustavat kytketyt kaupunkipientalot ovat rakennettu Helsingin Vuosaaren tuntumaan Omenamäkeen, jossa sijaitsee Asunto-osakeyhtiö Helsingin Huvitus. Helsingin Huvitus on ATT:n vuonna 2007 rakennuttama hanke. Kyseessä on taloyhtiökokonaisuus, jonka rakennusurakoitsijana toimi Skanska Oy. Taloyhtiö koostuu kymmenestä kadun puolelta kolmikerroksisesta ja rinnetontin puolelta kaksikerroksisesta, julkisivultaan identtisestä puurakenteisesta yksiköstä (Penttinen 2007). Kaksi talokokonaisuutta on jaettu neljän ja kuuden yhteen liitettyjen yksiköiden ryhmiin. Jokaisella yksiköllä on lisäksi oma pieni pysäköinnille käytössä oleva etupiha rajautuen Omenamäenkadulle, oma takapiha sekä takapihalla sijaitseva pihasaunarakennus. (Skanska Oy 2006)

Talot on rakennettu hiekkapohjaiselle rinteelle ja alimmat kerrokset on rakennettu betonirakenteisina. Kaksi ylempää asuinkerrosta on rakennettu puuelementtirakenteisina. Ylempi välipohja ja yläpohja ovat puurakenteisia. Asuintiloja täydentävät lisäksi pohjakerroksen varasto sekä asuntojen välissä sijaitsevat autotallit yhdessä keittiön viereisten lasitettujen viherhuoneiden kanssa. Rakennuksien pinta-alat ovat 144m², tonttien e=0,6 ja kaavan sallimien lisätilojen kanssa e-luku on todella korkea 0,92. (Puuinfo Oy 2007)

Asuintalot ovat hyvin omakotitalomaisia ja niissä on ajateltu perheasumista. Asunnoissa on kolme makuuhuonetta ja vierashuone, kookkaat oleskelutilat ja keittiö sekä paljon varasto- ja säilytystilaa. Verrattain erikoisena piirteenä voidaan pitää omaa piha/saunarakennusta jokaisella yksiköllä. Kohteet on markkinoitu aikanaan rivitaloasuntoina.

Asunnot on rakennettu samassa vaiheessa yhdellä kertaa. Sekä pohja-, perustus- ja rakentamistöissä on hyödynnetty näin samanaikaisuuden tuomaa helppoutta ja mittakaavaetua. Rakentamismuoto on rivitalotuotantotyylinen, jossa koko hanke rakennutetaan suurena kokonaisuutena varsin kustannustehokkaasti. Omenamäen kohde on esimerkki kustannustehokkaasta townhouse-tyylisestä rakennuttamisesta, jossa kuitenkin räätälöintiä eli asukkaiden toiveiden mukaista talojen asumisjärjestelyjen ja pohjasuunnitelmien muuntelua ei ole tapahtunut, vaan kohteet on rakennettu keskenään samanlaisiksi, toistuviksi kokonaisuuksiksi. Tulevat asukkaat on päätetty vasta myöhemmässä vaiheessa, joten tilajakoihin tai huoneistokohtaisiin ratkaisuihin ei tulevilla asukkailla ole ollut mahdollista vaikuttaa. Tuotanto on ollut rivitalomaista.



Kuva 10. As. Oy Helsingin Huvitus. Ylin kuva keskeneräisestä näkymästä Omenamäenkadulta. Alla vasemmalla näkymä talon omalta takapihalta asuinrakennukseen päin. Vieressä kuvia sisältä. Lähde: Puu 4/2007, Kimmo Räisänen 2007, muokannut Olli Koskinen.

2.2.5. Violanpuisto

Violanpuisto, As Oy Violaparken, on sateenvarjokäsite neljälle eri taloyhtiölle, jotka sijaitsevat samalla tontillaan Helsingin keskustan laidalla Etelä-Hermannissa. Violanpuisto on esimerkki townhouse-talotyypisistä ryhmärakennuttamisesta, jossa täydennysrakennetaan urbaanille alueelle kytkettyjä kaupunkipientaloja. Hanke toteutettiin projektijohtourakkana, joka on verrattavissa työssä myöhemmin esiteltyyn omaehtoiseen ryhmärakentamiseen.

Hanke ajoittui kokonaisuudessaan vuosien 2006-2009 välille. Rakennettu tontti 21674/5 on Helsingin kaupungin omistama. Kesäkuussa 2007 vahvistui tonttia koskeva asemakaava, joka sääti ryhmärakennuttamiseen liittyen tulevien uudistalojen reunaehdot: tontille sai rakentaa olemassa olevan vanhan rakennuksen molemmiin puolin Saarenkadun suuntaisesti yhteensä 1270k-m², josta 350k-m² osuus kuului olemassa olevaan vanhaan rakennukseen. Voimaantullut kaava salli maanalaisen pysäköintihallin rakentamisen. Hankkeessa päädyttiin lopulta toteuttamaan kaksi kolmen kytketyn asunnon kokonaisuutta, yksi kahden kytketyn asunnon kokonaisuus sekä vanhan rakennuksen peruskorjaus ja muutostyöt uuteen asumiskäyttöön. Pysäköintihallia ei rakennettu kustannussyistä. (Ahlman ym. 2010)

Rakennetut uudistalot (kuva 11) ovat tyypiltään townhouse-taloja, vaikka Ahlman ym. (2010) eivät niin esitä. Asunnot on rakennettu esivalmistetuista betonielementeistä ja ne on verhoiltu sandwich-elementeillä ja puuverhoilulla. Puurunkoratkaisuja (paikallarakentamalla tai elementtirakenteisena) ja (kevytbetoni)harkkoratkaisuja tutkittiin suunnittelun yhteydessä, mutta betonielementtien ja sandwich –elementtien toteutusvaiheen edut sopivat kohteeseen: Rakentamisen helppous ja rungon nopea pystyttäminen nopeuttivat rakennustyömaatoimintaa ja aikaa säästy muille työvaiheille. Rakennusalan korkeasuhdanteeseen osuneen rakennusprosessin aikana paikallaan rakennettuna runko olisi ollut elementtirakentamiseen verrattuna taloudellinen, tekninen ja aikataulullinen riski.



Kuva 11. Kuva taloista pihoilta päin. Kuvassa näkyy kaksi uudiskohdetta vasemmalla, oikealla vanha, saneerattu talo. Lähde: Ahlman ym. 2010 , muokannut Olli Koskinen.

Uudisrakennukset ovat kaikki melkein identtisiä, toistuvia asuntoja. Asuntoja suunniteltaessa rakennuttavilla ryhmäläisillä oli eri toiveita asuntojen suhteen. Ryhmän kesken onnistuttiin löytämään *asuntokehys*, joka tyydytti ryhmän jäseniä. Rakennuksista haluttiin lähtökohtaisesti täysin samanarvoisia. Suunnittelussa asetettiin vaatimus, että niiden tulisi olla mahdollisimman samankokoisia ja suoda mahdollisuuksia myöhemmälle muuntojoustavuudelle niin suunnitteluvaiheessa kuin myöhemmin asumisvaiheessa. Kuvassa 12 näkyy asuntojen pohjapiirustukset. Ryhmässä sovittiin, että jokainen yksikkö teettää itse oman sisätilasuunnittelunsa ja hankkii kalustehankinnat ja sisätyöt, eli ryhmärakennuttamisella asunnot rakennettiin vain ulkoa valmiiksi. Sisätyöt kuitenkin aikataulutettiin hankkeelle kuten kaikki muutkin urakoitsijatyöt. (Ahlman ym. 2010)

Kaikille uudistaloyksiköille yhteinen asuntokehysmalli on peruskooltaan sisältä 3,9 metriä leveitä ja sisäpituus 10,2 metriä. Leveys on pienin mahdollinen mitta, jolla asuntoihin voitiin sijoittaa 90cm leveä portaikko, tekninen seinä, kapea aula ja tarvittavan suuri kylpyhuone vierekkäin.

Talot saatiin rakennettua kolmeen kerrokseen, kun huomioitiin kaikki määräykset liittyen esimerkiksi poistumisreitteihin sekä esteettömyyteen. Perusmuodoltaan rakennukset ovat suorakulmaisia, harjakattoisia ja räystäättömiä. Rakennuksissa on hyödynnetty mahdollisimman paljon toistuvuutta, vaikka kaikki rakennukset eivät ole identtisiä. Kaikilla neljällä kiinteistöllä on yhteinen kaukolämpöliittymä ja tekniset tilat, jotka sijaitsevat alimmassa kerroksessa toisessa kolmikerroksisista taloista. (Ahlman ym. 2010) Tällöin muihin rakennuksiin ei tarvinnut varata tilaa teknisille tiloille, kuten Malminkartanon esimerkissä.

Talotekniikalta talot edustavat normaaleja taloyhtiömuotoisia pientaloja; ne on kytketty alueen kaukolämpöverkkoon yhteisellä liittymällä. Uudisrakennusten yksiköt on varustettu huoneistokohtaisilla ilmanvaihtojärjestelmillä ja lämmöntalteenotoilla. (Ahlman ym. 2010)

Projektin todellisina vetäjinä toimivat kaksi henkilöä, ja lopuille ryhmästä jäi vähemmän tehtäviä. Vetäjät laativat projektin hankesuunnitelmat, tonttien suunnittelun ja rakennusten suunnitelmat. Myöhemmin palkatut erikoissuunnittelijat vastasivat teknisten tilojen ja LVIS-suunnittelusta. Suunnittelijat vastasivat eri suunnitelmien yhteensovituksista yhdessä neuvovan pääsuunnittelijan kanssa. Kaikkien neljän yhtiön rakennusprosessit suoritettiin samanaikaisesti. Rakennuttaminen toteutettiin niin, että projektiin palkattiin vastuu-urakoitsija, jonka edustajana työmaalla toimi vastaava mestari. Vastuu-urakoitsijan kanssa sovittiin yhteistyöstä myös omatoimisten yhtiöiden suorittamien hankintojen osalta, jotta erilaisilta virheiltä välttyttäisiin ja toistuviin asuntoihin toteutettaisiin myös oikea-aikaisesti samoja toimia. (Ahlman ym. 2010)

Koko hankkeelle teetettiin lupapiirustusten perusteella rakennuttajakonsultilla rakennusosaperusteinen kustannuslaskelma. Kustannusten reaaliaikainen seuraaminen auttoi tilaaja myös ennakoimaan ja suunnittelemaan hankintoja. Hankintojen ajankohta tapahtui aikana, jolloin rakentamisen kustannustaso nousi noin 5%, kun lama alkoi vuonna 2008. Rakennusten valmistuessa 2009 olivat rakennuskustannukset pudonneet 15% kesän 2008 huipusta. Kustannusten äkillinen nousu ajoi ryhmän suorittamaan itse rakennustöiden hankintoja ja työmaavalvonnan, jotta nousseita hintoja voitiin kompensoida. Hankinnoista vastasivat uudistalojen kohdalla ryhmärakennuttajien kaksihenkinen ydinryhmä, jonka käytettävissä olleesta ajasta vei suurimman osan koko käytännön projektijohtaminen. (Ahlman ym. 2010)

Työmaata varten vuokrattiin läheistä katualuetta. Varastointitilaa oli niukasti ja työmaaliikenne oli rajattua. Tontille johtava ajoura jouduttiin väliaikaisesti vahvistamaan elementtitoimitusta varten, sillä kaupunki ei ollut pysynyt suunnitelmissaan Saarenkadun pohjatöiden tekemisen osalta. Asukkaiden osallistuminen ulkotyömaatoimintaan oli ei-ammattitaitoisten tehtävien tekemistä eli ts. pieniä aputöitä. Sisätilojen urakoihin osakkaat osallistuivat enemmän. (Ahlman ym. 2010)

Yhtiöt toteutettiin asunto-osakeyhtiömuotoisesti jokaisen talon osalta. Uudiskohteissa tämä tarkoittaa kahden tai kolmen yksikön taloyhtiötä. Asumisaikaisia töitä varten laadittiin hallinnanjakosopimus, jossa osakkaat vastaavat itse asuntojensa ja yhtiöidensä huolto- ja kunnossapitotöiden suorittamisesta, mikä lisää omakotitalomaisen asumisen tuntua. Piha-alueiden ja yhteisten tilojen kunnossapidosta sekä hallinnollisten asioiden hoitamisesta on sovittu tontin yhtiöiden kesken aikataulullisesti jaotellen. Asioiden hoitamisesta on tehty erillinen huoltosopimus, jonka kaikki tontin yhtiöt ovat hyväksyneet. (Ahlman ym. 2010)



Kuva 12. Violanpuiston uudistalojen pohjakuvat kerroksittain. Sama asuntokehys toistuu asunnoissa. Lähde: Ahlman ym. 2010, muokannut Olli Koskinen.

Lisäksi alueelle oli rakentumassa As Oy Helsingin Kaupunkivillat, jonka on kuitenkin tarkoitus valmistua helmikuussa 2018 kerrostaloina. Kaupunkivillat-yhtiöön suunniteltiin rakennusoikeudeltaan 1400k-m² yhteensä kahdeksaa townhouse-yksikköä. Talojen rakennuttamisesta vastasi ATT. (Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta 2012; Helsingin kaupunki 2017a)

Fiskarin Brygän eli Arcturuksenkadun townhouse-kohteissa talot on toteutettu ryhmärakennuttamishankkeena. Kohde on rakennuttajakonsulttivetoinen ryhmärakennushanke, jossa viiden townhouse-yksikön kokonaisuus on rakennettu samanaikaisesti yhtenä suurempana hankkeena ja jonka hallinnointi on toteutettu asunto-osakeyhtiönä. (Kuusi 2015) Brygän toteutuneita rakennuskustannuksia ei ole saatavilla, mutta kaiken kaikkiaan kyseiset townhouse-talot edustavat hyvin eksklusiivisia asuintaloja merellisessä Helsingissä. Asunnot ovat rakennettu sisältä tulevien asukkaiden toiveiden mukaisesti. Kuusen (2016) verkkoblogin kuvien ja kirjoitusten perusteella rakennus- ja pintamateriaalien sekä kiintokalusteiden laatu on ollut keskimääräistä omakotitalorakentamista kalliimpaa.

Kalasataman toinen kohde, Kalasataman Huvilat, valmistui 2013. Rakennuttajana kohteella toimi Sato Oy. Asuntojen hinnoittelu kirvoitti aikanaan keskustelua: Asuntoja markkinoitiin suurehkoina perheasuntoina, joiden pinta-alat ovat 139-146,5m². Hintahaitari oli alun perin 682000-726000 euroa (vuonna 2014), joka neliöhinnoiksi käännettynä on noin 5000 euroa neliömetriltä. Ottaen huomioon, että 2014 keskimääräinen omakotitalojen myyntihinta pääkaupunkiseudulla on tilastokeskuksen mukaan ollut 2876€/m² ja yläkvartaalin 3578€/m², voidaan Huviloiden neliöhintoja pitää varsin kalliina, vaikka hinnoista poistettaisiin noin 1000€/m² (20%, (Vainio 2008)) rakennuttajan katetta. (Tilastokeskus 2017) Lisäksi hanke toteutettiin Helsingin kaupungin hintaville vuokratonteille, jolloin mainitut myyntihinnat eivät sisällä kiinteistön tontin hintaa.

Jomperon (2015) mukaan rakennuttaja Sato Oy myöntää, etteivät asunnot olleet menneet kaupaksi vielä tammikuussakaan 2015. Kokenut kiinteistövälittäjä toteaa hintojen olleen todella kovia. Tammikuussa 2015 vasta viisi kappaletta 11:sta townhouse-yksiköstä oli myyty, joista kolme kauppaa syntyi vasta loppuvuodesta 2014, kun myyjä Sato Oy tiputti asuntojen hintoja. Helsingin Huvilat on lisäksi hallintamuodoltaan asunto-osakeyhtiö, eli townhouse-talot eivät varsinaisesti ole omakotitaloja, vaan omistajat ovat osakkaina yhtiössä ja maksavat näin ollen omistuksestaan yhtiövastiketta ja ovat täten sidoksissa myös muihin asukkaisiin, kuten esimerkiksi rivitaloyhtiössä.

Kalasatamaan piti lisäksi valmistua ATT:n rakentamana kahdeksan yksikön kohde Arcturuksenkadulle (As Oy Helsingin Kaupunkivillat), mutta kohde jäi rakentumatta. Tasaisesti jaettuna townhouse-asuntojen koot olisivat olleet noin 175k-m². Yli miljoona euroa maksavien suurten townhouse-kohteiden myyntiä epäiltiin 2014, jolloin ATT haki muutoslupaa kaupunkisuunnittelulautakunnalta. ATT:lle mahdollinen kohteiden myymättömyys olisi ollut riski. Samaan aikaan jo valmistuneet Helsingin Huvilat olivat kaikki myymättä, joten ATT päätyi hakemaan muutoslupaa muuttaa townhouse-talot nelikerroksiseksi kerrostaloksi. (Silfverberg 2014)

Edelleen samanniminen taloyhtiö on muuttunut 21 huoneistoiseksi Hitas-kerrostaloksi, jossa asuinhuoneistojen keskipinta-alat ovat 71,1m² ja keskimääräinen hankinta-arvo on 4663 euroa neliömetriltä. (Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto 2015) Alue muuttui siis kannattamattomaksi korkealaatuksille townhouse-asunnoille, jotka olisivat olleet hyvin poikkeavia vahvan uudistuotantopainotteisen kerrostalomiljöön ympäristössä.

2.3. Toteutuneiden townhouse-kohteiden rakennustavat

Suurin osa moderneista townhouse-taloista (Espoon Säterinmetsän, Tampereen Teeri-Villilän sekä Helsingin Malminkartanon, Ormuspellon, Kalasataman ja Alppikylän townhouse-talot) on rakennettu kivi- ja betonipohjaisista materiaaleista, kuten betonielementeistä ja rakennusharkoista. Violanpuiston talot on rakennettu esivalmistetuista betonielementeistä. (Ahlman ym. 2010; Pulkkinen 2011) Helsingin Omenamäessä sijaitsevan asunto-osakeyhtiön Helsingin Huvituksen yksiköt on puolestaan rakennettu puurunkoisina betoniperustuslaattojen ja betoniseinäisen kellarin päälle (Korhonen ja Penttinen 2017).

Rakennusmateriaalien valintaan Säterinmetsän ja Malminkartanon tapauksissa liittyy monia asioita käyttäjien mieltymyksistä ja mahdollisuuksista aina kaavoitukseen asti, joista moniin tekijöihin vaikuttavat aikanaan voimassa olleet määräykset koskien esimerkiksi puukattorakenteita, yli kaksikerroksisten puurakennusten rakentamista sekä toisiin rakennuksiin kiinni rakentamista. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1981) Eräänlainen sääntösovellus on Omenamäen rinteeseen rakennettu kohde, jossa betonirakenteisen kellarikerroksen päälle on rakennettu kaksi puukerrosta, jolloin kohde on saatu täyttämään palomääräykset kuten normaali kaksikerroksinen puuasuintalo.

Uudempien kohteiden kuten Ormuspellon, Kalasataman ja Alppikylän kohdalla on ollut mahdollista rakentaa myös puurunkoisia kolmikerroksisia taloja, mutta esimerkiksi Alppikylän ja Ormuspellon tapauksessa laadittu asemakaava ja rakentamistapaohje määrsivät alueelle rakennettavaksi ulkoseiniltään kivirappauspintaisia asuintaloja (Helsingin kaupunki 2007). Puurunkoisia taloja olisi siis ollut mahdollista myös rapata, jotta asemakaavan vaatimukset olisivat täyttyneet.

Toteutuneiden townhouse-talojen rakentamisen omatoimisuusasteesta on saatavilla vähän tietoa, sillä tiedot perustuvat rakentajien omiin arvioihin. Townhouse-rakentamisesta Suomessa on saatavilla tietoa Malminkartanon Vuorenjuuren asukkailta. Saatujen palautteiden perusteella omatoimisuusaste oli todella hajonnutta:

”... siinä missä yksi ilmoittaa rakentaneensa talon kokonaan itse, toinen ilmoittaa osallistuneensa vain siivoukseen ja valvontaan ja jättäneensä rakennuttamisen valitsemalleen ammattirakentajalle. Yksi ilmoitti tilanneensa pystyttämisen vesikattovaiheeseen urakoitsijalta. Kaksi ilmoitti omaksi osuudekseen rakentamisesta noin 30%.” (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005 s. 30)

Myös townhouse-kohteiden perustus- ja esirakennustavat ovat vaihdelleet kohteittain. Esimerkiksi Tampereen Teeri-Villilässä kaupunki ei tehnyt tonteille esirakentamista kunnallistekniikan esivetojen rakentamista enempää (Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö 2003). Tällöin tuleva rakennuttaja vastasi itse perustustöistä mahdollisista kaivuutöistä ja massojenvaihdoista aina talon vaatiman perustuksen rakentamista myöten. Vaihtoehtoisesti tontin myyjä tai vuokraaja voi kehittää aluetta etukäteen ja ohjata kehityksellä rakentamista esimerkiksi asemakaavan määrittämään suuntaan, tai helpottaa laajemman alueen nopeampaa ja tehokkaampaa rakentamista: Esimerkiksi Malminkartanon kohteissa, joissa rakentajat sitoutuivat tonttien pitkäaikaiseen vuokraukseen, oli kaupunki valmistellut tonttien pohjarakenteet ja perustusten vaatimat tarpeet osittain yhteistyössä rakennuttajien kanssa (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012).

Helsingin kaupunki käytti laajemmin samaa periaatetta Ormuspellon alueella, joskin niin, että se rakensi alueet ensin suunnittelemaansa pisteeseen ennen tonttien luovutusta. Alueen maaperä oli alun perin paksua savikkoa ja osittain pilaantunutta maata, jonka rakennuskuntoon saattamiseksi kaupunki suoritti massanvaihdot, massastabiloinnit ja lamellipilareiden asennukset. Pilareiden päälle on rakennettavien pientalojen alle asennettu betonipohjalaatat, jotka on peitetty murskesoralla.

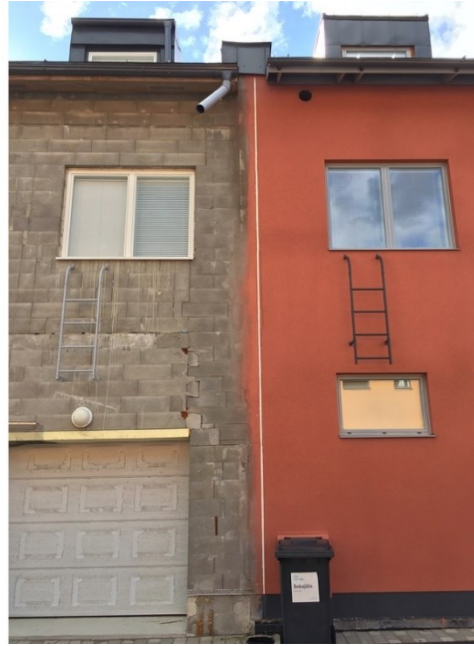
Yhdessä edellä mainittujen kanssa kaupunki päätyi myös tekemään valmiiksi salaoja-, sade- ja vesiviemäriputket ja radonputkistot. Kaupunki toteutti myös kunnallistekniikan tonttiliitokset vuokrattaville tonteilleen valmiiksi. Myytävät ja vuokrattavat tontit olivat perustusvalmiina tuleville townhouse-pientaloille, ja rakentajat pääsivät aloittamaan rakentamisen heti perustuksista. Kaupunki on myös ohjannut esirakentamisessa mm. liittymistä kaukolämpöverkkoon rakentamalla kaukolämmön liittymävaraukset tonttien rajojen välittömiin läheisyyksiin. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2011)

Rakentamisen ohjauksen lisäksi valinta on ollut perusteltua, sillä juuri savi- ja silttimaiden tapauksissa eriaikaisella, lähialueelle tapahtuvalla pohjarakentamisella voidaan helposti tehdä vaurioita naapurirakennuksiin. Hankalalle maalle rakennettaessa jatkuva katujen avaaminen ja tonttien perustaminen lisäävät pohjatöitä ja sitä myötä vaurioriskejä lähialueen jo rakennetuille rakennuksille. Terzaghin (1996) mukaan esimerkkejä ovat muun muassa paalunousut sekä naapuritalojen vajoamat ja nousemat.

Ormuspellon esirakentamistöillä on ollut tavoitteena tuottaa maarakennustyöt kerralla laajemmalle alueelle, jotta alueen rakentaminen nopeutuu ja helpottuu vähentäen samalla tulevien rakentajien kustannuksia. Ormuspellossa talojen eriaikainen rakentaminen onnistui myös helpommin, sillä rakennukset sijaitsevat hiekkamaalla ja rakentaminen voitiin aloittaa pohjalaatalta eikä esimerkiksi massanvaihto- tai suurempia kaivuutöitä tarvinnut tehdä. Samoin myös katualueet voitiin pitää ehjinä, jolloin eriaikainen rakentaminen ei ole häirinnyt naapurustoa. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2011)

Hallintamuoto vaikuttaa olennaisesti talojen rakentamiseen. Kalasataman kohteissa yhtiömuotoinen hallinnointi mahdollisti, että koko tontin perustukset tehtiin koko ryhmärakennuttamishankkeen taloriville yhtenäisenä. Kaikki yksiköt on rakennettu samalle pohjalaatalle, jonka päälle on rakennettu koko townhouse-kokonaisuus betonisista seinä- ja välipohjaelementeistä. (Kuusi 2015)

Yhtiömuotoisuus luo paremmat mahdollisuudet omatoimiseen rakennuttamiseen verrattuna laatia pohjanrakennustyöt kyseisellä tavalla, jolloin vältetään turhilta rakenteilta ja rakennukset saadaan perustusvalmiiksi samanaikaisesti. Tavassa vältetään esimerkiksi Teeri-Villilä kaltaiselta tilanteelta, jonka eriaikainen omatoiminen rakentaminen ja velvoite rakentaa jokainen talo purkukelpoiseksi naapureista huolimatta edustaa täysin vastakkaista tilannetta.



Kuva 13. Ormuspellossa kahden valmiin talon väliin rakentuva kohde. Kuva Olli Koskinen 2017.

2.4. Townhouse-talojen markkinat ja potentiaali

Suomen Ympäristökeskus on teettänyt kyselytutkimuksia kaupunkimaisten asuinympäristöjen laadusta vähintään 10000 asukkaan taajamissa. Näitä asukasbarometreja on toteutettu neljästi vuosina 1994, 2004, 2010 ja viimeisin juuri ajankohtaisesti 2016, johon saatiin yhteensä 3005 hyväksyttyä vastausta. Koko kyselyn tuloksista voidaan tiivistetysti poimia, että yleinen trendi on koko seurantajakson ajan ollut asumistoiveiden urbanisoituminen: Kaupungistumisen kiihdyttyä keskustamainen kerrostaloasuminen on suosittua ja omakotitaloasumisen suosio vähenee. Tämä näkyy esimerkiksi kerrostalohankkeiden aloituksissa (Kurki 2017).

Silti urbaaneiden pientalojen haluttavuus on kasvanut, ja tuloksista erottuu selkeästi taloyhtiömuotoisen kaupunkipientaloasumisen lisääntynyt suosio. Kaupunkipientaloissa yhdistyy vastaajien mukaan tärkeät toiveet omasta pihasta ja lähipalveluiden saavutettavuudesta yhdistettynä omakotitalomaiseen asumiseen. (Strandell 2017)

Townhouse-talot sopivat Suomessa parhaiten suurempien kaupunkien keskustojen läheisyyteen esimerkiksi esikaupunkialueille. Niillä voidaan monimuotoistaa asumista esimerkiksi täydennysrakentamalla, jolloin kerrostalovoittoisten asuinalueiden läheisyyteen voidaan luoda omakotitalomaisia asumista tehokkaalla maankäytöllä. Täydennysrakentaminen on tärkeä keino yhdyskuntarakenteen eheyttämisessä, olemassa olevan infrastruktuurin käyttöasteen kasvattamisessa ja arkiliikenteen vähentämisessä (Strandell 2017). Täydennysrakentaminen jakaa silti paljon mielipiteitä. Uusimman barometrin mukaan 35% vastaajista hyväksyy täydennysrakentamisen omalla asuinalueellaan. 31% hyväksyy ehkä, ja noin 22% ei hyväksy. Aiemman, vuoden 2010 barometrin tuloksissa 54% vastaajista hyväksyi täydennysrakentamisen alueellaan, joten viimeisen kuuden vuoden aikana on tapahtunut kohtalaisen suuri muutos.

Helsingin kaupunki on puolestaan aiemmin tutkinut townhouse-talojen sijoitusmahdollisuuksia (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012). Tutkimuksen mukaan täydennysrakentaminen on erittäin tärkeää, sillä keskustan lähialueilla pientaloalueita ei yksinkertaisesti ole. Lähiöiden laitamien vapaat, uudet alueet eivät ole niin urbaaneja, ja asumisella ei välttämättä saavuteta keskustamaisia palvelutarjontatoiveita, joita asukasbarometreissa vaaditaan. Helsingissä vuoteen 2020 mennessä pientalojen kaavatarjonnasta poistettaessa Kruunuvuorenrannan alue, Myllypuron kaupunkikylä sekä Östersundomin alue, on kyse pääasiassa vain täydennysrakentamiseksi luokiteltavista kohteista (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012). Suurimmat projektialueet keskustan ulkopuolella, esimerkiksi Östersundomissa, eivät yksissään sijaintinsa takia riitä kattamaan koko Helsingin pientalojen kysyntää, sillä kysynnästä suuri määrä on nimenomaan Helsingin ydinalueen palveluihin haluavia ihmisiä.

Helsinki on suurkaupunkeihin verrattuna asukaslukumäärältään ja palveluiltaan pieni kaupunki. Helsingin alueet eivät ole vielä niin täyteen rakennettuja kuin esimerkiksi Aasian suurkaupungeissa. Kawakami ym. (2013) toteaa, että esimerkiksi Bangkokissa townhouse-talot ovat levittyneet kaupungin kasvun myötä yhä kauemmas varsinaista ydinkeskustaa ympäröiviltä esikaupunkialueilta: Kawakami ym. (2013) tutkimuksen tarkastelujakson aikana ydinalueiden townhouse-rakennushankkeet vähenivät, mutta kauempien alueiden osalta hieman nousivat. Townhouse-taloja rakennettiin entistä kauemmas esikaupunkialueilta esimerkiksi edullisempien ja rauhallisempien asuinseutujen takia alueille, joille on tavallisesti rakennettu perinteisiä perheasuntoja. Townhouse-talot ovat kasvattaneet osuuttaan suurten, täyteen rakennettujen kaupunkien laitamilla.

Townhouse-talotyyppi monipuolistaisi urbaania kaupunkirakennetta edustaen kaivattua pientalotyyppiä, jolle on kysyntää (Kuittinen ym. 2015). Townhouse-asumisen lisäämisen motiivina esimerkiksi Helsingin kaupungilla on edistää urbaania kaupunkiasumista omassa kodissa omilla säännöillä ja kilpailla näin asukkaista ympäryskuntien kanssa. Kaupunki vastaa kaavoituksella selkeästi asumistoiveisiin, sillä yleinen kehitys asukasbarometrien historian aikana on ollut kaupunki- ja kaupunkimaisen asumisen halukkuuden lisääntyminen, mutta samalla kohtuuhintaisuuden säilyttäminen. Suurten kaupunkiasuntojen hinnat karkaavat helposti kaupunkialueilla yli kolmasosan keskimääräisistä bruttotuloista, mitä pidetään rajana järkeville asumiskustannuksille (Luffman 2006). Kesäkuussa 2017 julkaistussa Asukasbarometri 2016:ssa pientaloalueet saivat asuinalueina parhaimman arvosanan. Pientaloalueilla asukkaiden kesken oltiin yleisesti tyytyväisimpiä asumiseen. Barometrin mukaan noin puolet vastaajista haluaa asua pientalossa pientalovaltaisella alueella tai maaseudulla. (Strandell 2017) Barometrissa on myös kiteytetty seuraavasti:

”Huomionarvoista on kuitenkin se, että nykyiseen talotyyppijakaumaan verrattuna omakotitaloja ei juurikaan toivota lisää, vaan enemmänkin osakeyhtiömuotoisia pientaloja, kuten pari- ja rivitaloja, jotka sopivat monen elämäntilanteeseen käytännössä paremmin kuin hoitoa ja huoltoa vaativa omakotitalo.” (Strandell 2017, s. 110)

Myös Aalto-yliopiston aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että townhouse-asuminen kiinnostaa monia, mutta samaan aikaan esimerkiksi rakennuttajien puolella ei ole havaittu suurempaa markkinaa tai kysyntää kyseisille taloille. (Kuittinen ym. 2015) Lisäksi yleinen asuntorakentamisen parissa kasvava avaimet käteen-ratkaisujen trendi sekä Aallon tutkimuksissakin (Huttunen ym. 2014) esiin tulleet omatoimirakentamisen haluttomuudet lisäävät paineita rakennusliikkeiden suuntaan. Tilanne on epäedullinen talojen kehityksen kannalta, sillä ainoat selkeästi townhouse-rakentamista edistävät tahot ovat toistaiseksi olleet kaupungit kuten Tampereen ja Helsingin kaupungit, joista jälkimmäinen on teettänyt työssä jo mainittuja suunnittelukilpailuja ja kaavoituksia alueelleen.

Townhouse sijoittuu kustannuksiltaan rivitalon ja omakotitalon välimaastoon. Riippuen erilaisista ratkaisuista ja rakentamispäätöksistä, sen rakentamiskustannukset ovat hyvin lähellä rivitaloja, mutta vaihtoehtoisesti yksilöllisillä ratkaisuilla sen kustannukset ovat omakotitalon rakentamisen tasolla. (Kuittinen 2014) Esimerkkeinä toimivat Omenamäen ja Kalasataman kokonaisuudet: Omenamäen yksiköt ovat rakennettu Itä-Helsingin lähiöön puurunkoisina ns. rivitalomallisesti, samanaikaisesti ja toisiaan replikoiden, siinä missä Kalasataman Fiskarin Brygå on toteutettu varsin yksilöllisenä, erittäin korkealaatuisena ja eksklusiivisena betonikokonaisuutena arvokkaalle tontille keskusta-alueen tuntumaan. Nämä kaksi kohdetta edustavat melko ääripäitä townhouse-rakentamisessa. Lisäksi rakennushankkeisiin on lähdetty eri lähtökohdista. Brygå sai alkunsa ryhmärakennuttajien voitettua suunnittelukilpailun, kun taas Helsingin Huvitus on Helsingin ATT:n rakennuttama ja suuremman rakennusliikkeen rakentama, paljon kansanomaisempi perheasuntokokonaisuus.

Johtuen suunnittelukilpailusta ja hyvin poikkeuksellisista ratkaisuista, Brygän saama mediahuomio on ollut huomattavampaa kuin esimerkiksi Huvituksen tai Ormuspellon kohteiden. Kaikki Helsingin Kalasatamaan suunnitellut kaupunkipientalot ja townhouse-talot ovat saaneet julkisuutta hyvässä ja pahassa. Townhouse-taloja on kritisoitu alan keskustelufoorumeilla eikä yleinen suhtautuminen ole ollut vastaanottavaa. Townhouse-talot on nähty Brygän ja Jätkäsaaren suunnittelukilpailujen tuotosten perusteella yllällisinä ja kalliina asumuksina, eikä esimerkiksi tulevaisuuden urbaaneina kansantaloina. Esimerkiksi alkuperäisen Kaupunkivillat-korttelin suurten 175k-m² townhouse-talojen myyntihinnaksi laskettu noin 5000€/m² ei edustanut likimainkaan vuonna 2011 edullista asumista ottaen huomioon, että suuret asunnot olisivat sijainneet lisäksi Helsingin kaupungin vuokratonteilla. Vertailun vuoksi vielä vuonna 2016 keskivertoisen omakotitalon eli ns. ”indeksitalon” rakentamiskustannukset olivat 1990€/nettom² (RTS Oy 2017).

Townhouse-taloja ei ole toistaiseksi saatavilla talopaketteina muilta kuin Jämerä Oy:ltä. Jämerä on kehittänyt viisi townhouse-talon massiivikivirakenteista konseptia, jotka ovat yrityksen muiden talomallien tavoin rakennettu kokonaan karkaistusta kevytbetonista. Kerrosalat vaihtelevat 146m² ja 234m² välillä. (Jämerä Oy 2017) Huomioitavaa on myös, että Jämerän talomallit sijoittuvat hintojensa puolesta valmistalojen hintavampiin segmentteihin. Jämerä on rakennuttanut Helsingin Von Daehnin kadulle Latokartanoon suunnittelemaan erillisiä sekä kytkettyjä pientaloja (Helsingin kaupunki kaupunkisuunnitteluvirasto 2010).

Puurunkoisina valmiita townhouse-taloja ei nykyisiltä Suomessa toimivilta talopaketteja myyviltä yrityksiltä löydy. Erilaisia townhouse-suunnitelmia on laadittu useita, sillä arkkitehtitoimistot ovat laatineet suunnittelukilpailuihin townhouse-taloista puurunkoisiaakin tuotoksia, jotka olisivat myös toteutuskelpoisia esimerkiksi CLT eli cross laminated timber -elementeillä.

Verrattuna tavallisen omakotitalon rakennuttamiseen esimerkiksi avaimet käteen-periaatteella on kuluttaja näin ollen varsin omatoimisen tiedonhaun ja kalliimman suunnitteluvaiheen edessä hänen kaavaillessaan townhouse-talon hankkimista.

Pientaloteollisuus ry:n (2016) mukaan vuonna 2016 uusista omakotitaloista noin 70% toteutettiin talopakettimuotoisena, ja edelleen tästä yli 51% avaimet käteen-ratkaisulla, eli rakennuttajat ostavat talon rakennustyöt talon hankinnan yhteydessä. Kun vielä huomioidaan yleinen kehitys, eli avaimet käteen-ratkaisujen osuuden jatkuva kasvu ja vuoden 2000-2016 aikana tapahtunut 10% lisäys talopakettien osuudessa, voidaan todeta, että omakotitalojen rakennuttaminen on muuttumassa pääsääntöisesti muuttovalmiiden omakotitalojen hankintaan. Valmiiden ratkaisujen puute hankaloittaa omatoimista townhouse-rakentajaa verrattuna vakioituihin omakoti- tai erillistaloratkaisuihin, sillä malliratkaisuja on saatavilla vain yhdeltä yritykseltä.

Merkille pantavaa on, että vastaavasti esimerkiksi Helsinki-pientalojen kehitys lähti liikkeelle suunnittelukilpailusta. Townhouse-taloista on järjestetty niin ikään suunnittelukilpailuja, mutta niistä ei ole toteutettu kokonaan Helsinki-pientaloja vastaavia valmistaloratkaisuja, ratkaisumalleja tai suunnitelmakokonaisuuksia, joita omatoimi- tai muut rakennuttajat voisivat hyödyntää. Helsingin kaupungin Helsinki-pientaloja esittelevässä esitteessä määritellään seuraavasti:

”Helsinki-pientalo on yleispätevä kerrosalaltaan 120-165 neliömetrin kokoinen omakotitalon perusmalli yli 300m² suuruisille tonteille. Talolla on kodikas, vähäeleinen ja omaleimainen arkkitehtuuri. Se on kaupunkitalo, jolla on yksinkertaisen selkeä hahmo. Helsinki-pientalo on kaupunkimaiseen asumiseen tarkoitettu jokamiehen talo valmistalotarjontaan ja omatoimiseen rakentamiseen. Rakennus sopii uusille alueille ja vanhojen alueiden täydennysrakentamiseen.” (Helsingin kaupunki ja SPY ry 2011, s. 2)

Taloja on saatavilla townhouse-talotyyppien tyyli- ja asuinhuone- ja neliömäärissä (120m², 140m² ja 160m²) esimerkiksi H+H Finland Oy:ltä, Kastelli Oy:ltä, Planiatat OY:ltä, Oy Simons Elements AB:ltä sekä Pohjolan Design-talo Oy:ltä. Lisäksi Helsingin kaupungilta on saatavissa suunnitelmapaketteja, jotka ovat tarkoitettu omatoimirakentajille. Suunnitelmapaketteihin sisältyvät pientalojen pääpiirustukset sekä työpiirustukset, jolloin hankkeeseen vaaditaan lisäksi tonttikohtaiset muut suunnitelmat. (Helsingin kaupunki ja SPY ry 2011)

Talopakettien hinnat määräytyvät tapauskohtaisesti, mutta listahinnat talopakettien valmistajien hinnastojen mukaan alkavat noin 200000 eurosta Helsingin alueella. Helsingin kaupunki on lisäksi antanut kannustukseksi esimerkiksi 25% alennuksen asuinrakennuskohtaisesta perusmaksusta ja kokonaisalan mukaan määräytyvästä maksusta valmistalomallistoille (Helsingin kaupunki 2017b).



Kuva 14. Asuinpinta-alaltaan noin 120-140 neliömetristen Helsinki-pientalojen malleja. Lähde: Helsingin kaupunki ja SPY ry 2011.

Helsinki-pientalo on siis eri pientaloja rakennuttaville yrityksille tuttu, konseptoitu ja esimerkiksi Helsingin kaupungin puolelta hyvin toivottu ratkaisu uudis- ja täydennysrakentamisessa. Valmiiden tuotosten perusteella taloista on kokemusta ja hankkeista on laadittavissa tarkempia kustannusarvioita, jolloin myös kynnys hankkeeseen ryhtymisessä pienenee ennalta-arvaamattomien ongelmien vähentyessä. Townhouse-talot eivät vaatisi Helsinki-pientaloihin verrattuna enempää kannustimia. Tällä hetkellä esimerkiksi Helsingin, Espoon, Vantaan tai Tampereen kaupungeilla ei ole townhouse-talojen valmiita suunnitelmapaketteja, kannustimia tai rakentamistapaohjeita parempaa ohjeistusta.

Kytkeytyjä pientaloja suunnitellaan jatkuvasti lisää. Kangasalan kunta tiedotti suuremmasta, yhteensä 30-40 omakotitaloa sisältävästä aluekehityshankkeestaan tammikuussa 2017. Rakennettava alue sijaitsee Kangasalan keskustassa. Alueelle haetaan lapsiperheitä houkuttelevaa asumista hyvien palvelujen yhteyteen. Tämänhetkisen kaavaluonnos A:n ja kaavaluonnos B:n vaihtoehtojen mukaan alueelle on kaavoitettu 29 (A) tai 44 (B) kytkeytyä kaupunkipientaloa. Talot sijoittuisivat katujen varsille ja niille on suunniteltu omat takapihat pienine talousrakennuksineen. Kortteleiden takapihoille pääsee kävelyteitä pitkin. Rakentamisen on tarkoitus alkaa vuonna 2019. (Kalliosaari 2017; Kangasalan kaupunki 2017)

Helsinkiin liitettiin 1.1.2009 3000 hehtaaria maata, jonne Helsingin kaupunki haluaa rakentaa ja kehittää asuntoja noin 50000 asukkaalle. Tällä hetkellä alueelle on kehitetty Östersundomin aluetta, joka on suunniteltu pientalokaupungiksi. On vielä epäselvää, kuinka paljon Östersundomiin tullaan asemakaavoittamaan kytkeytyä kaupunkipientaloja, mutta esimerkiksi 1.2.2011 päivätyn yleiskaavaluonnoksen pohjalta tehtyjen laskelmien perusteella townhouse-tyyppisiä pientaloja voitaisiin rakentaa jopa 7400 kappaletta, yhteensä 1114000k-m² pitkällä aikavälillä (noin 2030 mennessä). Luvut ovat johdettuja ja laskennallisia ja riippuvat useasta eri tekijästä. Tärkeintä on kuitenkin havainnollistaa alueen suuri kapasiteetti ja laajat tulevaisuuden suunnitelmat: Östersundomiin toteutunee enemmän townhouse-taloja tulevaisuudessa kuin koko maassa on muualla yhteensä. (Pulkinen 2011; Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012)

Kaikki valmiiden, hyväksyttyjen ja ennen kaikkea hyviksi havaittujen suunnitelmien ja siinä sidottavien toimintatapojen replikoinnit vähentävät kustannuksia ja tekevät koko rakennushankkeesta ennalta-arvattavamman. Townhouse-talot kärsivät Noel (2009) käyttämän markkinointimallin mukaan asiakkaiden päätöksentekoon vaikuttavien ulkoisten tekijöiden puutteesta: Esimerkiksi valmiiden townhouse-mallitalojen tuotteistaminen, tietoisuuden lisääminen ja kynnysten madaltaminen ovat markkinoinnin perusasioita, joilla townhouse-talojen markkinoita voitaisiin parantaa. Esimerkki tietoisuuden lisäämisestä ovat tulevat asuntomessut: Sekä Tuusulan 2020 että Lohjan 2021 asuntomessuilla tullaan näkemään useita kytkeytyä kaupunkipientaloja. (Nurmilaakso 2017; OOEPA 2017)

Pientalojen rooli asuinrakennussektorilla on erittäin tärkeä: Ahonen ym. (2008) toteaa Kilpailuviraston raportissa pientalojen ja omatoimirakentamisen toimivan rakentamis sektorilla vastavoimana suurten rakennusyhtiöiden hintojen ja katteiden maksimointiin tähtäävälle hinnoittelupolitiikalle. Keskustojen ympärille rakennettavien kerrostalojen kalliit neliöhinnat ovat perheasunnoiksi kelpaavien huoneistojen kokoluokissa jo niin suuria, että pientalorakentaminen ja omassa talossa asuminen tasapainottavat kuluttajien ostohalukkuutta ja näin pidättelevät kerrostalohuoneistojen hintoja maltillisempina.

Kaupunkien monimuotoisen rakennuskannan tavoittelu, valtava kaupunkipientalojen rakennuspotentiaali laajenevalla pääkaupunkiseudulla ja muissa suurissa kaupungeissa sekä kuluttajien kasvava kiinnostus voivat muokata lähitulevaisuudessa talorakennuttajien liiketoimintaa ja avata kokonaan uusia liiketoimintamalleja. Markkinat ja potentiaali riippuvat vahvasti siitä, saadaanko townhouse-rakentaminen yleistymään.

Avainkysymys on, että löydetäänkö talotyyppille kustannustehokkaita tuotantotapoja ja konsepteja, joilla voidaan ratkaista rakennuttamista hidastavia tekijöitä. Toistaiseksi townhouse-taloille ei ole olemassa perinteisten omakotitalojen tyyppistä kysyntää ja tarjontaa, vaikka talotyyppillä on potentiaalia ratkaista suurten kasvukeskusten täydennys- ja kaupunkipientalorakentamisen haasteita.

2.5. Rakentamista koskevien määräysten vaikutukset

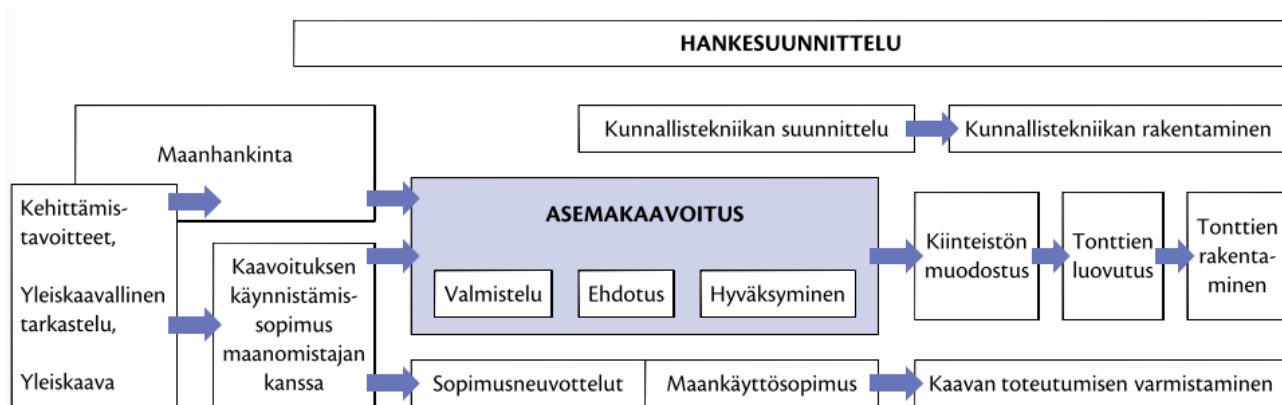
2.5.1. Maankäyttö- ja rakennuslaki, kaavoitus ja ohjaus

Kaavoituksella on merkittävä vaikutus kaikkien talojen kustannuksiin. Käytännössä asemakaavat sanelevat vaihtelevilla tarkkuuksilla sen, minkälainen rakennettavasta kohteesta halutaan muodostuvan. Kaavoitus voi liian yksityiskohtaisena johtaa turhiin lisäkuluihin pientalorakentamisessa tai hankaloittaa rakentamista. Asemakaavojen ja townhouse-talojen suhteista on toteutuneissa kohteissa opittu, että liian löyhä kaava voi johtaa liian monimuotoisiin ja yhteensopimattomiin tuotoksiin (kuten esimerkiksi Säterinmetsä), liian tiukka taas rajaa pois muokattavuutta ja yksilöllisyyttä. Kaavan säättämiä kustannusvaikutuksia ovat myös sen määräykset kerroksukoihin ja rakennusten korkeuksiin, asemointiin, kattorakenteisiin sekä julkisivuihin. Esimerkiksi Ormuspellon tapauksessa kivipintaista tai rapattua julkisivu ei ole kustannustehokasta rakentaa CLT- tai puurunkoiseen taloon, jolloin julkisivu määrää epäsuorasti jo paljon pientalojen käytettävistä rakennusmateriaaleista ja ratkaisuista. (Rautiainen 2017) Rakennushankkeiden hankesuunnitelmat laaditaan vallitsevien asemakaavoitusten perusteella, ja hanke- sekä ehdotussuunnitelmissa sitoutetaan jo noin 70-80% hankkeen kustannuksista perustuen valittuihin ratkaisuihin (Rouvinen 2012).

Alppikylän ja Ormuspellon alueilla asemakaavan yhteyteen luotiin tiukat rakentamistapaohjeet koskien kaupunkipientaloja. Niiden avulla on pyritty täsmentämään yhtenäisen kaupunkipientalorakentamisen suunnittelua, jotta aluesuunnittelun tavoitteisiin päästäisiin. Tämänkaltaista ohjeistusta voidaan pitää alueen kehittäjän kannalta hyvänä tapana, sillä sen on todettu vähentävän esimerkiksi Helsingin kaupungin rakennusvirastoon päin suuntautuvia kysymyksiä ja tuottamaan asemakaavaa parempia ohjeistuksia pientalorakentamiselle. Rakentamistapaohjeiden tarkoituksena on täydentää asemakaavoja ja suunnitteluperiaatteita, joita asemakaavan lisäksi noudatetaan alueen yksityiskohtaisessa suunnittelussa (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007).

Kaavoitus on monimutkainen prosessi, ja usein talonrakennukseen liittyen ”kaavoituksesta” puhuttaessa tarkoitetaan vain asemakaavaa. Todellisuudessa asemakaava ja koko kaavoituspolitiikka on osa koko kuntien maankäyttöpolitiikkaa, jossa usea taho on vaikutuksessa toisiinsa, kuten alla olevassa kaaviossa 1 esitetään. (Hurmeranta 2013) Kaavoituksella pyritään torjumaan ja edistämään asioita, joilla saadaan maankäyttöpolitiikassa säädettyjä piirteitä ja aluekehitystä aikaiseksi. Esimerkiksi Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) yleisestä tavoitteesta säädetään seuraavasti:

*” (Maankäyttö- ja rakennuslain) tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. ”
(maankäyttö- ja rakennuslaki 1 §)*



Kaavio 1. Tonttien tuotantoketju. Lähde: Hurmeranta 2013.

Kaavoitusprosessia ja sen ”jäykkyyttä” on arvosteltu. Yleinen mielikuva on, että kaavoitus ja lupamenettelyt ovat hitaita ja liian tarkkoja, jopa tunkeilevia. Esimerkiksi Alppikylän ja Ormuspellon asemakaavat ja rakentamistapaohjeet ovat pitkälle vietyjä ja sisältävät laajalti esisuunnitelmia siitä, minkälaisia talorivejä kaupungin puolelta halutaan alueella nähdä. Hurmeranta (2013) toteaa, että kaavoitus vaikeuttaa asioita erityisesti pääkaupunkiseudulla. Ympäristöministeriön MRL toimivuusarvioinnin muistiossa on myönnetty, että

”... lain mukaiset yleispiirteiset kaavat ovat usein niin yksityiskohtaisia, että tärkeät strategiset linjanvedot hämärtyvät. Tämä raskaus johtuu eri osallisten tahoilta (myös viranomaiset) tulevasta paineesta ratkaista jo yleispiirteisten kaavojen tasolla monenlaisia maankäyttöön liittyviä kysymyksiä.” (Hurmeranta 2013, s. 17)

Tunkeilevasta ja yksityiskohtaisuudesta kaavoituksesta esimerkkeinä ovat julkisivumääräykset, määräykset rakennukseen vaadittavista ”ylimääräisistä kulmista”, sisäänvedoista, tarkoista parvekeratkaisuista, yhteistilavaatimuksista, asuntojen kivijalkoihin kaavoitetuista liiketiloista sekä vedenpinnan alapuolelle rakentamiseen liittyvissä ratkaisuissa. Hurmeranta (2013) kirjoittaa, että esimerkiksi pelkästään julkisivumääräysten aiheuttamat ylimääräiset kulut ovat Rakennusteollisuuden mukaan noin 50-200€/as.m². Hurmerannan (2013) mukaan YIT puolestaan arvioi, että uuden, noin 250000€ hintaisen kaksion hinnasta noin 35000€ muodostuu siitä, että kaavoittaja määrittää tietynlaisen julkisivun, yhteistilat ja autopaikoituksen, eikä kilpaileville/edullisemmille ratkaisuille anneta mahdollisuutta.

Kaavoituksen kustannusvaikutuksia ja niiden tutkimattomuutta on arvostellut myös esimerkiksi Nousiainen (2015) rakennusteollisuuden selvityksessä, jonka tuloksissa todettiin kaavojen määräämän pysäköinnin, esteettömyyden, yhteistilojen, kerrosmäärien ja massoittelevan eniten kaavojen tuottamiin kustannuksiin. Ei ole yllättävää, että rakennusteollisuuden julkaisussa kritisoidaan kaavoittamista ja pakollisten rakenteiden rakentamisen kustannuksia, sillä esimerkiksi rakennusliikkeiltä syödään näin myytävää rakennuksen pohja-alaa. Kaavamääräysten vaatimuksilla pyritään tuottamaan tasaisesti kaikkia palvelevia ratkaisuja. Nousiainen (2015) esittää kuitenkin kehitysehdotuksia kaavamääräysten kustannusvaikutusten pienentämiseksi, kuten käsikirjaa kaavamääräysten kustannusvaikutuksista, kumppanuuskaavoitusta ja ohjeistusta pysäköintiratkaisun suunnitteluun.

MRL ja kaavoitus vaativat autopaikkojen rakentamista asemakaavassa määritellyllä suhteella. Autopaikkojen rakentaminen on säänneltyä, jolloin asuntorakentaminen velvoittaa rakentamaan myös autopaikkoja asemakaavojen määräysten mukaan. Esimerkiksi Malminkartanon kohteissa vaadittiin yhtä autopaikkaa per 95 k-m², eli kaikkien talojen tapauksessa 28kpl.

Lisäksi tonttien sisäänkäyntien yhteyteen tuli rakentaa yksi pysäköintipaikka. (Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005)

Autopaikkojen rakentaminen toteutetaan käytännössä rakennuskelpoisille maille. Jos parkkipaikat rakennetaan muualle, esimerkiksi maan alle tai pysäköintirakennuksiin, on niillä suuri vaikutus myös itse toteutuvien asuinrakennusten hintoihin: Rakennusteollisuuden arvion mukaan yksi pysäköintipaikka Helsingissä maksaa noin 8000€ maantasossa. Parkkitalojen, pihakansien alle rakennettujen ja pohjavedenpinnan alle toteutettujen vastaavien hinnat ovat moninkertaiset (20000€, 40000€ ja 60000€). Kallein, joskin harvinaisin tapaus eli kallioparkki edustaa kalleinta noin 80000€ paikkahinnallaan. Keskustelua käydään siitä, tulisiko kustannukset osoittaa vain näitä paikkoja käyttäville, sillä toistaiseksi hinnat näkyvät kaikkien asuntojen hinnoissa, joille paikat on kaavan mukaan näennäisesti osoitettu. (Hurmeranta 2013)

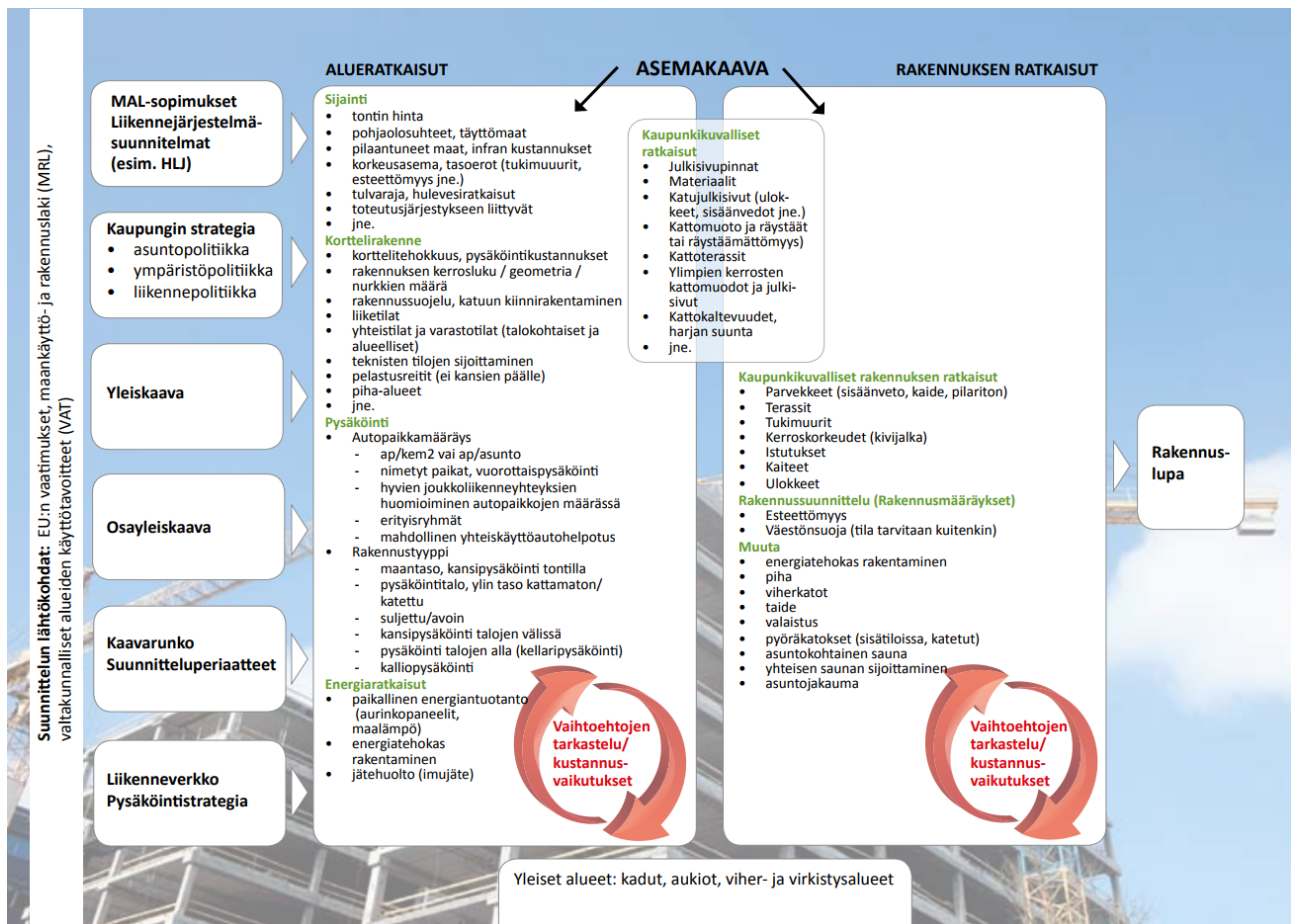


Kuva 15. Ormuspellon townhouse-kohde ja pysäköintipaikka. Alueella on rakennettu talorivien eteen autopaikkoja velvoitteiden mukaan, mutta asukkailla ei ole etuoikeutta pysäköintipaikkojen käyttöön. Suurimmassa osassa taloista on autotalli tai autokatos. Kuva: Olli Koskinen 2017.

Asemakaavojen kustannusvaikutukset townhouse-taloihin liittyvät nimenomaan Hurmerannan (2013) mainitsemaan seikkaan, että kaavoissa tehdään määräyksiä, jotka rajaavat pahimmillaan rakennuttajan, rakennussuunnittelijan ja rakentajan puolesta jopa runkosyvyiden ja materiaalivalmistajat. Asemakaavassa voidaan lyödä lukkoon tonttien ja rakennusten asettelut niin, ettei teknisiä tai energia-asioita voi enää pohtia. Yksityiskohtaiset kaavamääräykset rajoittavat vapautta suunnitella ja toteuttaa innovatiivisempia ja kustannustehokkaampia vaihtoehtoja. Yksityiskohtaisen kaavoituksen aiheuttamat kustannusvaikutukset ja niiden tutkiminen ovat Suomessa vasta alkutaipaleella:

”Myös kunnallisten päättäjien keskuudessa on havahduttu siihen, että päätöksenteon pohjaksi olisi hyvä olla olemassa laskelmia vaihtoehtoisista toteuttamistavoista. Mitä esimerkiksi autopaikkavaatimusten toteuttaminen eri tavoilla rakennettuna tulee maksamaan? Paljonko tietty kaavoittajan määräämä ulkoseinämateriaalia nostaa rakentamisen hintaa.” (Hurmeranta 2013, s. 35)

RAKLI ry:n selvityksessä toimenpiteiksi kaavoituksen kustannusvaikutusten tutkimiseksi ehdotetaan kustannusopasta, pysäköintiratkaisujen kustannustietoisempaa ohjausta ja kumppanuuskaavoitusta. Yleisenä kehotuksena esitetään laajempaa vaihtoehtojen tarkastelua, kuten kuva 16 esittää.



Kuva 16. Kaavoitusmääräysten luokittelu kaavoitusprosessin kulun mukaisesti. Lähde: Nousiainen 2015.

Kaavoitukseen ei pidä suhtautua pelkästään negatiivisesti Hurmerannan ja Nousiaisen selvitysten pohjalta, vaan on ymmärrettävä myös kaavojen kompromissihakuisuus ja kausaliteetit. Hurmerannan (2013) ja Nousiaisen (2015) lähteissä kriittisyyden ohella tulee muistaa, että esimerkiksi pysäköintiratkaisut ovat välttämättömiä nyky-yhteiskunnassa ja niille on monia muutosvoimia, kuten sosiaali-, asunto- ja elinkeinopolitiikat sekä kaupunkirakenteiden ja julkisten palvelujen tarjonnat (Bäckström ym. 2017).

Pulkkinen (2011) pohtii, että kaavaa laadittaessa ja tontteja luovutettaessa tulee huomioida myös tulevien rakennuttajien mieltymykset, jotka eroavat toisistaan lopputuotteen kannalta:

”Mikäli pientaloja tuotetaan tuottajamuotoisesti rakentajan toimesta myytäviksi tilanne on toinen. Rakentaja haluaa käyttää koko asuinrakentamisoikeuden heti ja myydä mahdollisimman paljon nimenomaan asuntokerrosalana. Tällöin jäävät pois kellarit, ullakot, talousrakennukset, työtilat yms. Ne ovat ammattirakennuttajalle kalliita lisäneliöitä, siinä missä ne olivat loppukäyttäjärakennuttajalle edullisia lisäneliöitä. Ammattituottajan pientaloja ei voi myöhemmin laajentaa, koko rakennusoikeus on käytetty heti. Lisäksi asunnot ovat tässä tapauksessa yleensä myös vain osakkeita suuressa pientaloyhtiössä, missä muutkin osakkeenomistajat voivat sanoa sanansa yksilöllisille tarpeille.

Kysymys siitä, onko rakennus rakennettava kiinni naapuriin tai onko siinä kolmas kerros, joutuu näissä eri tuottajamuodoissa myös toiseen valoon. Mikäli ihminen rakentaa itselleen hän voi haluta lisää neliöitä ja suuremman asunnon, joten hän siis rakentaa mahdollisimman laajalti tai mahdollisimman monta kerrosta, huolimatta asiaan liittyvistä rakentamismääräysten luomista ongelmista. Ammattirakennuttaja taas mielellään teoretisoi, ettei ihmisen ole hyvä asua useammassa kerroksessa tai että talon on oltava ympärijuostava kunnossapito- tai muista syistä.” (Pulkinen 2011, s. 18)

Kaavan ”tunkeutuvuus” rakennuttavaan tahoon on siis kaksiteräinen miekka; sillä voidaan torjua esimerkiksi Pulkinen (2011) mainitsemia tuottajien yksilö- ja kaksiorivejä tai muita huonoja ratkaisuja, mutta liika puuttuminen voi rajoittaa yksilöllisen ihmisen rakennuttamistarpeita ja lisätä huomattavasti rakennuttamiskustannuksia.

Asukasbarometrien ja asumisen selvitysten mukaan urbaani asuminen on muuttumassa ja urbaania asumista koskevat toiveet eroavat paljon perinteisistä ja ei-urbaaneiden alueiden toiveista. Kehitettäessä uusia talomalliratkaisuja – kuten townhouse-taloja – ja urbaaneja asuinalueita tulisi säädöksiä soveltaa alue- ja tapauskohtaisemmin, jotta välttyttäisiin turhilta ratkaisuilta. Kustannustehokkaiden asuinrakennusten tuotannossa kaikkien kuluerien vähentäminen on ensisijaisen tärkeää ja erilaisten talotyyppien luomat rasitteet eivät saisi haitata uusien mallien kehitystä. Kustannusvaikutuksia syntyy turhaan erilaisille asuinalueille suunnitelluista ja vaadituista piirteistä. (Hämäläinen 2013; Kotilainen. 2013; Huttunen ym. 2015; Bäckström ym. 2017; Strandell 2017)

2.5.2. Lainsäädäntö: Esteettömyys

Townhouse-talotyyppi on esteettömyyden kannalta haasteellinen kohde. Esteettömyys vaatii lain mukaan asuinhuoneistoissa ja –rakennuksissa niin sanotun selviytymiskerroksen, eli tilat, joissa on tarjolla asumisen kannalta kaikki välttämättömät tilat. Townhouse-talojen monikerroksisuus suosii omakotitalorakentajan kannalta edullisten ja käytännöllisten kellaritilojen rakentamista, mutta tällöin esimerkiksi ensimmäiseen kerrokseen ei voida kulkea täysin maantasosta. Luiskien ja katosten rakentaminen voi edellyttää näin rakenteita talon pääulko-ovelle johtuen korkeuseroista (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004). Esimerkiksi sisäänvedetyn ulko-oven ratkaisu syö paljon tilaa jo pienistä kerroksista townhouse-taloissa. Lisäksi hissivaraukset, esteettömät sisäänkäynnit, 130cm ja 150cm pyörätuolin pyörähdysympyrävaatimukset wc- ja kylpyhuonetiloissa sekä vähimmäisvaatimukset oviaukkojen kokojen kanssa asettavat haasteita tiiviille ja pienelle pientalosuunnittelulle (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004). Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2011) omassa selvityksessä todetaan kärkkäästi:

” ”Sisääntulokerros suositellaan suunniteltavaksi ns. selviytymiskerrokseksi, josta löytyy peseytymis-, ruoanlaitto- ja nukkumismahdollisuus.”

Käytännössä uusien sitovien määräysten perusteella esimerkiksi Alppikylän ja Ormuspellon kaava-alueille ei voida rakentaa asemakaavan mukaisia taloja. Tasamaan tonteille ei voi rakentaa kellarillisia pientaloja ollenkaan, eikä kadunvarressa sijaitsevia toisiinsa kytkettyjä kellarittomia taloja. Vähäinen tonttimaa täyttyy vaadittavista luiska- ja ramppirakenteista.

Kytkeytyjen, kadunvarteen ja toisiinsa kiinnirakennettujen monipuolisten omatonttisten kaupunkipientalojen omatoiminen rakentaminen loppui uusien määräysten myötä ennen kuin se ehti edes alkaa. Mikäli ns. selviytymiskerros otetaan yleiseksi normiksi niin yhtään työ-, liike- tai toimistotilaa ei synny kaupunkipientaloihin. Kaavoitus ja suunnitteluperiaatteiden tulee ilmeisesti sopeutua uusiin hyvää tarkoittaviin ohjeisiin vaikka niiden vaikutuksia kustannuksiin, kaavoitukseen ja rakentamiseen ei ole arvioitu?” (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2011, s. 21)

Helsingin kaupunki (2015) suosittelee sitovien määräysten lisäksi pientalojen suunnittelussa käytettäväksi esteetöntä sisäänkäyntiä, maksimissaan 20mm kynnyiskorkeuksia ja hissivarausta. Kannustimena esteettömälle rakentamiselle Helsingin kaupunki myöntää 5m² lisäkerrosalan erillistaloihin ja asuntokohtaisen 5m² lisäkerrosalan rivi- ja paritaloihin, jos sen suositukset toteutetaan asuntorakentamisessa.

Esteettömyyksien huomioon ottaminen esimerkiksi moduulimaisessa townhouse-suunnittelussa suosii ratkaisua, jossa sisäänkäyntikerros sisältää kaikki selviytymisehdot täyttävät ratkaisut (keittiö, wc, 7m² asuinhuone, esteetön ulospääsy) (Helsingin kaupunki rakennusvalvonta 2015). Tällöin suunnittelussa ei tarvitse ottaa huomioon erillisiä esteettömyysvaatimuksia ylemmissä kerroksissa tai mahdollisessa kellarissa ja ne vapautuvat räätälöintiin tai erilaisten vaihtoehtojen tarjontaan, jos esteettömyys todetaan selviytymiskerroksessa riittäväksi. Esimerkiksi 2,5-kerroksisessa talossa alimman kerroksen tarjotessa välttämättömyydet, voidaan muut 1,5 kerrosta tarjota erilaisin moduulein useissa eri vaihtoehtoissa käyttäen samoja suurelementti- tai tilaelementtiratkaisuja rakenteiden kannalta.

2.5.3. Lainsäädäntö: Palomääräykset

Townhouse-talot olisi mielekästä rakentaa yli kaksikerroksisiksi johtuen pienistä tonteista ja korkeista e-lukuvaatimuksista. Suomen Rakennusmääräyskokoelman osan E1 Rakennusten palomääräykset asettavat vaatimukset ovat yli kaksikerroksisten puurakennusten osalta toistaiseksi hankalia. Asuinrakennuksen P1-paloluokitus vaatii, että rakennuksen kantavien osien oletetaan kestävän palossa sortumatta. Paloaikaa ei ole säädetty sen tarkemmin, vaan sitä on täsmennetty kohdassa 6.3.1:

”Kun kantavien rakenteiden mitoitus perustuu oletettuun palonkehitykseen, rakennusta pidetään riittävän paloturvallisena kantavien rakenteiden osalta, mikäli:

- yli kaksikerroksinen rakennus ei yleensä sorru palon eikä jäähtymisvaiheen aikana tai*
- enintään kaksikerroksinen rakennus ei sorru poistumisen turvaamiseen, pelastustoimintaan ja palon hallintaan saamiseen tarvittavana aikana.*

Palorasituksena käytetään oletetun palonkehityksen mukaisia olosuhteita siten, että palorasitus todennäköisesti kattaa kyseisessä rakennuksessa esiintyvät tilanteet.”
(Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, s. 17)

Puurakenteiset pientalot sijoittuvat näin poikkeuksesta P2- tai P3-paloluokkiin. Yli kaksikerroksisiin puu(kerros)talojen rakenteiden on kestävä paloa palokuormasta riippuen 60-120 minuuttia, eli rakennusmateriaaleilta vaaditaan EI60-120-kestävyystasoa. Tällöin määräykset vaativat myös, että rakennuksien paloturvallisuutta on parannettava sammutuslaitteiden ja pintaosien avulla, jos kaksi kerrosta ylitetään (rakenteiden pintaosien tulee täyttää Euroluokka A2-s1,d0 eli paloon osallistumaton, palamaton materiaali. Mikäli luokkavaatimus ei täyty, tulee käyttää lämmöneristettä, joka täyttää Euroluokan A2-s1,d0 vaatimukset, eli käytännössä kipsilevy tai palonestolevy). Runkomateriaalit tulee verhota paloturvallisilla materiaaleilla ja yli kaksikerroksiset talot tulee varustaa automaattisilla sammutusjärjestelmillä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011)

Kolmannen kerroksen paloturvallisuuteen ja automaattiseen sammutuslaitteistoon otetaan kantaa Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2011) lähteessä:

”Palomääräykset ja poistumistiet

3-kerroksinen asunto on ongelma suomalaisten palomääräysten kannalta. Kun nykyisiä palomääräyksiä on laadittu, ei ilmeisesti mielikuvituksessa ole osattu ennakoida useampikerroksisia kaupunkipientaloja. Tällä hetkellä Helsingissä kolmikerroksisuus voidaan ratkaista sprinklauslaitteistoa käyttämällä. Vaihtoehtona sammutuslaitteistolle on erillisen osastoidun portaan rakentaminen, joka mahdollistaa palotilanteessa poistumisen savulla nopeasti täyttyvistä ylemmistä kerroksista. Kustannussyistä rakennuttajat kavahtavat 3-kerroksisten asuntojen rakentamista. Ero Keski-Eurooppalaisiin käytäntöihin on valtava, kuten Hollantiin tehdyn opintomatkan raportista poimitut lainaukset kertovat:

”Keski-Euroopassahan monikerroksiset kaupunkipientalot ovat yleisiä ja esimerkiksi Hollannissa vallitseva asuinmuoto. Jotta tällaista rakentamista ja sen turvallisuusmääräyksiä voitaisiin vertailla suomalaiseen rakentamiseen, tekivät helsinkiläiset virkamiehet Hollantiin toukokuussa 2008 opintomatkan.

...Tärkein oppi oli se, että myös Hollannissa on pientalorakentamisen palo- ja poistumisturvallisuus vastoin ennakkokäsityksiä tarkoin säädeltyä, vaikka säädökset mahdollistavatkin meidän ratkaisuistamme poikkeavia rakennuksia. Hollantilainen perinne monikerroksisista pientaloasunnoista on vanha ja kolmikerroksiset asunnot siis aivan jokapäiväistä rakentamista. Palolaitoksella käydessämme saimme muun muassa tietää, että nyt on käynnissä keskustelu siitä, millä edellytyksellä nelikerroksisten pientaloasuntojen rakentaminen olisi mahdollista. Ovat siis tasan kerroksen meitä edellä. Haagissa käydyissä keskusteluissa otimme esille avainasemassa olevan kysymyksen siitä, onko paloviranomaisten tietojen mukaan kaksi- ja kolmikerroksisten pientaloasuntojen turvallisuudessa sellaisia eroja, jotka meidän pitäisi osata ottaa huomioon. Keskustelussa tuli esille, että Haagin pelastuslaitoksen koko vastaa Helsingin pelastuslaitoksen kokoa, ovathan kaupungitkin samansuuruisia asukasluvultaan. Myös vuosittainen palokuolemien luku oli samaa luokkaa, eli näyttäisivät hollantilaisten ratkaisut olevan turvallisuudessa samaa tasoa kuin meillä siitä huolimatta, että pientaloasunnot ovat lähes kaikki kolmikerroksisia.

Silloin kun asunnosta on vain yksi uloskäytävä, on poistumistien pituus hollantilaisten määräysten mukaan enintään 15 metriä, meillä vastaava pituus on 30 metriä. Vaikka poistumistien enimmäispituus on rajoitettu puolta pienemmäksi kuin meillä, syntyy merkittävin ero laskennallisessa pituudessa siitä, ettei korkeuseroa lasketa E1:n edellyttämällä tavalla nelinkertaisena vaakaprojektoiden lisäksi, vaan matka mitataan porrassyökyä pitkin.

Toinen merkittävä ero on se, että hollantilaisten määräysten mukaan ovella suljettavien huoneiden kohdalla poistumismatka mitataan huoneen ovelta, vaikka huone ei olisikaan osastoitu. Kun käytännössä kaikissa asuinhuoneissa on ovi, lyhentää sekin matkaa olellisesti verrattuna suomalaisiin määräyksiin, jossa matka mitataan huoneen perältä asti.

Hollantilaisten määräysten mukaan poistumistieylitysten tms. salliminen edellyttää savuhälyttimien - useidenkin - sijoittamista asuntoon, sprinklausta niissä ei käytetä. Keskustelussa kävi ilmi, että hollantilaiset viranomaiset pitivät savuhälyttimiä henkilö- ja poistumisturvallisuuden kannalta sprinklausta parempana ratkaisuna, koska:

- *savuhälytin varoittaa alkavasta palosta jo aiemmin eikä edellytä lämmön huomattavaa nousua niin kuin sprinkleri (jolloin palo on jo pitkälle kehittynyt)*
- *sprinkleri jäädyttyessään tilaa ja rajatessaan palonkehitystä aiheuttaa samalla sen, että jäähtyneet savukaasut laskeutuvat alas ja vaikeuttavat poistumista.*

Nämä näkökohdat pitävät tietysti paikkansa. Helsingin rakennusvalvonnassa asiaa aikanaan arvioitaessa pidettiin poistumisturvallisuuden kannalta kuitenkin ensiarvoisen tärkeänä sitä, että kaikilla huoneistossa olevilla on yhtäläinen mahdollisuus pelastautua. Savuhälytin toki varoittaa palosta nopeammin eli se on erinomainen ratkaisu niiden kannalta, jotka pystyvät pelastautumaan itse. Kun savuhälytin ei rajoita paloa, eikä näin ollen anna lisää aikaa pelastautumiselle, se ei mahdollista pelastaa muiden toimin ylimpiin kerroksiin jääneitä sellaisia henkilöitä, jotka eivät pysty kyllin nopeasti tai eivät ollenkaan tulemaan alas omatoimisesti (lapset, vanhukset).

Se matkalla nähtiin, että Hollannissa on mahdollista rakentaa asunto kolmeen tai jopa neljään kerrokseen ja asunto sisältää vain yhden portaan. Mittaustavat eroavat Suomesta, mutta palohälyttimillä ja porrashuoneen suljettavilla ovilla varustettuna yhdet portaat käytännössä riittävät hollantilaisissa asunnoissa.

Jos suomalaisten suureen tulipalokuolleisuuteen ovat kuitenkin suurimpina syinä - niin kuin näyttää - viina, tupakka ja syrjäytyminen, on rakentamisessa tietysti turha rajoittaa muualla käytössä olevia ratkaisuja. Huoneistossa tulee tietysti säännösten mukaan olla palovaroitin, eikä edellä esitetty sprinklauksen käyttö poista tuota vaatimusta. Suomessa ympäristöministeriön tulisi ottaa kantaa määräysten tarkistukseen ja tulkintaan. Kaupunkirakenteen tiiviys on aivan olennainen kysymys kestävästä kehitystä ja ilmastomuutoksen ehkäisemistä silmällä pitäen. Tiivis keskieuropalainen rakentaminen tulee ainakin jossain muodossa olemaan osa pääkaupunkiseudun tulevaa rakentamista.” ” (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2011, s. 22)

Uudet insinööripuutuotteet (kappale 3.1) kuten CLT ovat olleet viime vuosikymmeninä palo- ja rakennusmääräyksille haaste myös muissakin rakennusmääräyskirjastoissa. Smith ym. (2015) mukaan esimerkiksi CLT saatiin vasta vuonna 2015 liitettyä vakioiduksi rakennusmateriaaliksi IBC-koodikirjastoon (International Building Code), vaikka vastaavia materiaaleja on ollut käytössä jo pitkään. IBC:n palomääräyksiin liittyen CLT-rakenteita testattiin tulipalossa, jossa lämpötila saavutti noin 1000°C. Testirakenne koostui viisikerroksisesta CLT-levystä, joka oli vuorattu 15mm kipsilevyllä. Rakenteen kantavuus kesti 186 minuuttia, eli reilusti yli REI120-mitoituksen vaatimukset.

Pelkkää CLT-levyä ei ole myöskään IBC:hen vielä hyväksytty (pintamateriaalirajoituksia, kuten nykyisissä suomalaisissa palomääräyksissä), eli toistaiseksi kipsilevyvuoraus vaaditaan, jotta palomääräykset täyttyvät. (Crespell ja Gagnon 2010; Stone ja Tyree 2013)

Vastaavanlaisiin tuloksiin on päätyntä Stora Enso omien ratkaisujensa kanssa. (Stora Enso Oy 2013) Paljaan CLT-levyn palokokeita on suoritettu, ja esimerkiksi 5-kerroksisen CLT-levyn paloajaksi IBC-standardeilla on saatu 96 minuutin palonkestoaika. Seinäelementiksi kelpaava levy siis kestää REI60 ja jopa 90-luokituksen. (Osborne ym. 2012)

Paksuuskerroksia lisäämällä kestävyys kasvaa. CLT-tuote ei ole palamaton, se lasketaan osallistuvaksi paloon. CLT ja muut vastaavat insinööripuutuotteet eivät kuitenkaan pala kuten tavallinen sahatavara: Lamellien paksujen tukkipuiden ominaisuuksista johtuen CLT:n pintaosat hiiltävät laskennallisesti hyvin ennakoitavasti johtuen sydänpuun ominaisuuksista sen pyrkiessä estämään paloreaktiota. Rakenteellinen kantavuus säilyy näin verrattain pitkään. Verhoilematonta CLT:tä on testattu esimerkiksi Kanadassa, jossa CLT:tä tutkittiin palamisnopeuden, kantavuuden, lämmöneristävyyden ja tiiviyyden osalta. Tuloksista huomattiin, että CLT soveltuu hyvin kantaviin rakenteisiin, palaminen on ennakoitavaa ja rakenne täyttää verhoilemattomanakin suhteellisen korkeita paloluokituksia. (Karacabeyli ja Douglas 2013)

2.6. Toteutuneiden townhouse-talojen suunnittelun ja toteutuksen ongelmakohdat sekä lainsäädännön vaikutukset

Kirjallisuusselvityksen perusteella toteutuneiden, suurempien townhouse-kokonaisuuksien kanssa on ollut hyvin erilaisia rakentamiseen ja lainsäädäntöön liittyviä haasteita: Rakennuttamismuoto, rakennusmateriaalit, hallinnointi, tonttien esirakentaminen ja rakentamisen samanaikaisuus, toteutusten monimuotoisuuden kirjo sekä hintatasot ovat olleet erilaisia. Esimerkiksi Aalto-yliopiston aiemman tutkimuksen (Kuittinen ym. 2015) mukaan juuri pien- ja kerrostalojen välimaastoon sijoittuvan townhouse-talo kärsii keinotekoisesta luokkajaosta pien- ja kerrostalojen välillä: townhouse-talon suunnitteluun vaikuttavat perinteisempää suuntaa edustavien asuintaloratkaisujen mukaan laaditut säännöt ja käytännöt. Townhouse-talo kaipaa yhdessä muiden kytkettyjen kaupunkipientalojen kanssa ominaisuuksilleen ja piirteilleen sopivampaa lainsäädäntöä kaavoituksen ja rakennusmääräysten osalta.

Yleisesti voidaan todeta, että townhouse-rakentamisessa haasteet ovat liittyneet juuri talon ominaisuuksiin ja eroavaisuuksiin perinteisestä pientaloasumistyylistä Suomessa: Kaavoittajien puolelta townhouse-rivien halutaan olevan julkisivultaan tietyn kaltaisia ja yhteneviä, mutta kuitenkin vaihtelevia ja vapaita. Samalla taloilla halutaan vastata *korkean räätälöinnin* vaatimukseen ja osallistuttaa asukkaita, vaikka kääntöpuolena asukkaiden suunnitelmat ja liian löyhä sääntely aiheuttavat murheita suunnittelussa, rakennusvalvonnassa ja rakentamisessa ja heijastuvat helposti kustannuksiin niin, että hinnat nousevat kohdeasiakasryhmien tavoittamattomiin.

Vallitseva rakennuttamismuoto on ollut omatoiminen rakennuttaminen, toisena ryhmärakennuttaminen eri muodoissaan. Taloista valtaosa on toteutettu massiivikivirakenteisina. Materiaalivalinnassa on poikkeuksellista, että puurakenteisia toteutuksia ei ole nähty laajemmin omatoimirakentamisessa, vaikka se on muiden pientalojen vallitseva rakennusmateriaali ja rankarakenteisena ehdottomasti halvin rakennusmateriaali. Rakennusmateriaaleista puurankarakentaminen on edullisempaa, kuin massiivikivirakentaminen. (Hyttinen ja Tuttujew 2001; Puuinfo Oy 2009)

Tonttien *esirakentaminen* on ollut eriasteista. Rakennuttajasta riippumatta tonttien esirakentamisen asteen ollessa korkea, on rakentaminen helpompaa, mitä rakennusvalmiimpana tontti saadaan ennen rakentamisen aloittamista. Omatoimisesti rakennutetut townhouse-kohteet ovat olleet kustannuksiltaan omakotitalojen luokkaa, mutta vaivannäkö on ollut perinteistä omakotitaloa suurempaa johtuen erilaisista epätavallisuuksista ja läheisestä naapurirakentamisesta, jotka korostuvat pohjarakennustöissä.

Esirakentaminen helpottaa taakkaa omatoimirakentajalle, mutta hintana voi olla esimerkiksi kellaritilojen menetys. Edullisiin tiloihin, kuten kellareihin, ei ole ollut usein vaikutusmahdollisuutta esirakennettujen pohjarakenteiden takia.

Tonttien esirakentaminen sokkelien rakennusvaiheeseen asti vähentää todistetusti tiiviin rakentamisen riskejä: Eriaikaisen ja lähelle olemassa olevia rakennuksia suuntautuvan pohjarakentamisen riskit korostuvat perustustöissä. Esimerkiksi Terzaghi ym. (1996) mukaan paalutustyö siltti- ja savimaalla voi aiheuttaa olemassa olevien paalujen nousuja ja muita perustusvaurioita lähirakennuksille, joita on hankalaa korjata tai torjua. RIL (2016) paalutusohjeessa PO-2016 todetaan vastaavasti, että kiinteiden maiden paalutustyöt kuljettavat hyvin lyöntipaalujen tärinää ja sitä kautta lisäävät huomattavasti esimerkiksi halkeiluvaurioriskejä lähirakennuksiin. Erilaisten pohjatöiden riskien minimoiminen esimerkiksi alueellisella esirakentamisella vähentää eriaikaisesta rakentamisesta syntyviä vaurioita ja haittoja naapurirakennuksille. Ormuspellon alueen vaikeat rakennusmaat saatiin kerralla rakennuskelvollisiksi ja riskittömiksi juuri laajamittaisella esirakentamisella.

Esirakentamisessa tulee ottaa huomioon, että hinnoittelun, suunnittelun ja valmistelun tulee olla järkevää ja mittaluokaltaan oikeaa. Se tulee myös suunnitella hyvin, jotta vältetään Malminkartanon kohteissa tapahtunut asukkaiden ja ATT:n välille syntyneiden riitojen kaltaisia tilanteita ja viivästymisiä, joilla on myös suuria kustannusvaikutuksia.

Eniten haasteita townhouse-rakentamisessa on luonut *kytketty rakentaminen*. Yhteen liitettyjen omakotitalojen rakentamisen samanaikaisuus korostuu talojen omatoimirakentamisessa. Teeri-Villilän tapauksessa asian kiertäminen vaatimuksella, että viereiset rakennukset ovat rakennettavissa ja purettavissa naapurista riippumatta, johtaa kasvaneisiin kustannuksiin ja ylimääräisiin rakenteisiin. Vaikeuksia oli myös Ormuspellossa ja Säterinmetsässä. Kaikki rakennukset suunnitellaan käytännössä erillistaloiksi, eikä esimerkiksi kytkettyjen seinien lämpöarvomitoituksessa oteta huomioon toisen ulkoseinän vaikutusta. Sama pätee perustuksiin, sillä molemmat ulkoseinät seisovat näin vierekkäin omien perustustensa päällä rinta rinnan. Eriaikainen rakentaminen, ”tuplarakenteet” ja velvoite purkumahdollisuudelle muodostavat näin muutoin vältettävissä olevia kuluja rakentajille.

Kaavoituksen ja lainsäädännön ongelmat liittyvät muuhunkin pientalorakentamiseen, mutta korostuvat erityisesti townhouse-rakennuksissa: Asemakaavoitukset ja niiden laatimisvaiheet ovat hakeneet muotoaan eri townhouse-kokonaisuuksien kanssa. Liian löyhät kaavoitukset ovat johtaneet Säterinmetsän kaltaisiin jopa liian vapaisiin (ja sitä kautta ongelmia ja kustannuksia lisääviin) toteutuksiin ja tiukat rakentamistapaohjeet on todettu liian rajaaviksi (ja siten vaihtoehtoisia rakennustapoja karsiviksi). Asemakaavoituksen kustannusvaikutukset heijastuvat townhouse-taloihin erityisesti pienten tonttien ja pysäköintipaikkojen sekä julkisivujen osalta, sillä ahtailla tonteilla ja korkeilla tonttitehokkuusvaatimuksilla massoittelu on hankalaa ja kaavojen määräykset ohjaavat toteutusta aluesuunnitelmien suuntaan tavoilla, jotka voivat olla kustannusvaikutuksiltaan suuria. Asemakaavoituksessa ja townhouse-talojen kehityksessä voitaisiin soveltaa kumppanuuskaavoitusta tai muuta yhteistyötä lisäävää mallia työllistävyysvaikutusten rajoissa.

Esteettömyys- ja palomääräykset asettavat puurunkoiselle monikerroksiselle asuinrakennukselle ongelmia ja lisäkustannuksia, jotka eivät ole täysin perusteltuja. Palomääräysten päivittäminen puurakentamisen ja uusien teollisten puurakennemateriaalien suhteen auttaisivat vähentämään ja keventämään rakenteita sekä pienentäisivät nykyisistä säädöksistä johtuvia kustannuksia. Realistisempien palomääräysten avulla uusien teollisesti valmistettujen puurakennemateriaalien ja ratkaisujen käyttö olisi vapaampaa ja niillä luotaisiin pesäeroa perinteiseen puurankarakentamiseen. Esteettömyysvaatimukset esimerkiksi luiskarakenteiden ja kellareiden yhdistämisessä ovat haasteellisia, sillä luiskat vievät vähäisiä etupihatiloja ja kellarit puolestaan korottavat sisäänkäyntejä.

Ullrich (2014) toteaa, että Saksassa townhouse-taloja toteutetaan paljon, mutta townhouse-rakentamisen ja talojen ominaisuuksien sovittaminen Suomeen on hankalaa juuri lainsäädännöllisistä syistä: saksalaiset esteettömyys- ja palomääräykset tunnistavat townhouse-talon eivätkä säädä sille suomalaisen lainsäädännön tavoin pien- ja kerrostalojen perusteella tehtyjä esteettömyys- ja palolainsäädäntöä.

Yhden townhouse-talon *omatoiminen rakennuttaminen* ilman yhteisetuista on kallista. Omatoimisessa rakennuttamisessa erilaisten yhteistöiden ja yhdenaikaisuudesta sopiminen jää rakentajien vastuulle. As.oy-muotoisessa tuotannossa ei vastaavia haasteita esiinny ja massojen avulla saadaan kokonaishintoja alaspäin, mutta samanarvoisuus ja asuntojen suunnittelun mahdollisuudet jäävät pienemmiksi ja talojen haluttavuus voi laskea. Kyse on pitkälti tasapainoilusta eri vaihtoehtojen välillä, jonka määrää etukäteen asemakaavoitus: omatoimisesti rakennettavat kytketyt omakotitalot ovat kalliimpia, mutta persoonallisempia kuin ryhmärakennuskohteet. Tasapainon löytäminen ja markkinoiden kysyntään vastaaminen ovat haasteita kaupunkisuunnittelusta vastaaville virastoille.

Eri julkaisuissa on arvioitu myös oppimiskäyriä ja eri projektien lopputuloksia aluesuunnittelun ja asuinalueiden kehittämisen kannalta. On selvää, että townhouse-rakentaminen on ollut toistaiseksi hyvin marginaalista ja kokemushakuista, mutta yleisesti ”vaikeuksien kautta voittoon”-tyyliset kokemukset kannustavat jatkamaan niiden kehittelyä. Uuden rakentamismääräyskokoelman on mahdollista helpottaa puurakentamisesta entisestään, jolloin uusien insinööripuumateriaalien käyttö runkorakenteina parantuisi, ja sitä myöten myös kustannustehokkuus useita townhouse-yksiköitä rakennettaessa. Townhouse-konsepti vaatii sekä omatoimirakentamisen että rakentajayritysten tavoitteiden huomiointia, jotta molemmille ryhmille voitaisiin tarjota kannattavia ratkaisuja. Oppeja voitaisiin lainata vastaavista konsepteista, kuten Helsinki-pientaloista.

3. Puupientalojen teollinen tuotanto ja moduulijärjestelmät

Työssä tutustutaan teolliseen puurakentamiseen sen tarjoamien ratkaisujen takia: Jatkuvasti lisääntyvä haasteellisten rakennusten puurakentaminen (esimerkiksi puukerrostalot) on lisännyt puuelementtien käyttöä ja niiden kehitystä. Puukerrostalojen tuotanto on osoittanut, että moderneilla, teollisesti tuotetuilla puurakenteilla on mahdollista tuottaa modulaarisia, esivalmistettuja, kustannustehokkaita puurakenteisia asuinrakennuksia.

Tässä luvussa esitellään erilaisia teollisen tuotannon muotoja peilaten niitä townhouse-talojen teolliseen tuotantoon: Puupientalorakentamisen uudet materiaalit ja niiden soveltaminen mahdollistavat tehokkaampia, modulaariseen tuotantokonseptiin hyvin soveltuvia ratkaisuja.

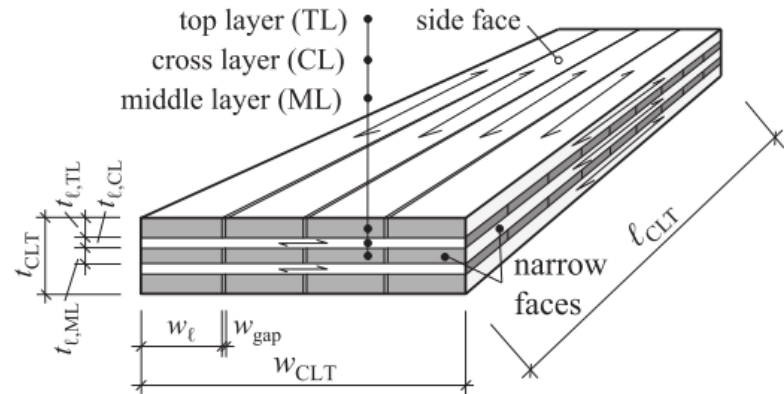
3.1. Puuvalmisteisten rakennusosien teollinen tuotanto ja CLT-tuotteet

Teollisella tuotannolla tarkoitetaan jonkin tuotteen suuremman mittakaavan valmistamista käyttäen hyväksi tuotetta varten suunniteltuja tuotantomenetelmiä ja -tapoja. Esimerkkejä teollisesta tuotannosta ja teollista tuotantoa hyödyntävistä aloista ovat mm. päivittäistavaratuotteet, autoteollisuus, kodinkoneiden tuotanto ja tietotekniikkateollisuus. Teollisessa tuotannossa hyödynnetään vakioitua tuotantoa varten erikseen suunniteltuja, toistuvia prosesseja ja tarkkoja määrä- ja tarvelaskelmia. Niiden avulla pyritään minimoimaan turha työ, odottelu, ylimääräiset materiaaliveirrat ja muu valmistuksessa syntyvä hukka. (Porter 1985)

Tässä työssä teollista tuotantoa tarkastellaan liittyen asuintalorakentamisen esivalmistukseen ja nykyiseen pientalotuotantoteollisuuteen. Asuin- ja pientalorakentaminen on globaalisti hyvin tutkittu ala johtuen sen valtavasta kansantaloudellisesta merkityksestä. Pelkästään Suomessa vuonna 2016 talorakentamisen uudis- ja korjausrakentamisen rakennustuotannon arvo oli 13 miljardia euroa (Rakennusteollisuus 2017). Lukuosat tutkimukset ja yleinen ilmiö esivalmistuksen lisäämisestä rakennusosalalla luovat ehdotuksia ja vastauksia siihen, kuinka esimerkiksi puupientaloista ja niiden vaatimista rakennustöistä on mahdollista tehdä huomattavasti kustannustehokkaampia sovelluksia. (Steinhardt ja Manley 2016) Systemaattisuuden ja vakioitujen rakennustuotteiden sekä toimintatapojen lisääminen on ollut tavoitteena modernissa rakentamisessa aina 1900-luvun asuta lähtien (Flagg 1922).

Puurakentamisessa teollinen tuotanto alkaa raakapuun käsittelystä jatkuen aina rakenteiden viimeistelyyn työmailla. Puurunkoisten rakennusten teollinen rakennustuotanto on siis toistuvien puurakennusosien tuotantoa ja asentamista toistuvilla ratkaisuilla ja systemaattisilla, suunnitelluilla toimenpiteillä. Smith ym. (2015) on tutkinut teollisten puutuotteiden avulla rakentamista ja osoittanut, että niillä voidaan saavuttaa vähentynyt materiaali-jäte tarkempien tuotantoprosessien avulla sekä vähentynyt työmaa-aika ja energiahukka käyttämällä esirakennettuja järjestelmiä. Smith ym. (2015) osoittaa, että massiivipuutuotteiden tuomat hyödyt rakentamisessa toivat noin 4% suorat kustannussäästöt ja 20% säästöt ajankäytössä.

Viimeaikojen tärkeimpiä teollisia puualan uudistuksia ovat runkorakenteiksi kelpaavien yhdistelmä-rakenteiden innovaatiot ja kehittyneet sovellukset, kuten esimerkiksi CLT-rakenteen käyttö. CLT:llä tarkoitetaan ristiin laminoitua puulevykokonaisuutta, jonka suomenkielinen nimitys on monikerroslevy. (Puuinfo Oy 2016)



Kuva 17. CLT-elementin perusrakenne. Lähde: Brandner ym. 2017.

Muita runkorakenneratkaisujen insinööripuutuotteita ovat muut liimapuulevyt CLT:n ohella kuten LSL (laminated strand lumber), PSL (parallel strand lumber) ja viilupuu. (Smith ym. 2015)

Puurakentaminen ja materiaalikehitys ovat siirtyneet viime vuosikymmeninä yhä teollisemmiksi. Puuteollisuudessa teollinen tuotanto tarkoittaa yhdessä sahatavaran ja vakioitujen lauta- ja levytuotteiden ohella myös rakennusosien esileikkaus- eli pre-cut-tuotantoa ja puurakenteisia rakennuselementtejä, kuten esiteltyjä CLT-ratkaisuja. Teollinen tuotanto on avannut kokonaan uusia mahdollisuuksia puurakentamiselle, ja esimerkiksi Crespell ja Gagnon (2010) mukaan CLT:n valmistuksessa hyötyvät eri sidosryhmät koko teollisen tuotannon toimitusketjussa:



Kuva 18. Eri sidosryhmien hyödyt CLT-tuotannossa. Haaleampi tekstin väri kuvaa pienempää merkitystä. Lähde: Crespell ja Gagnon 2010, muokannut Olli Koskinen.

Suhteellisen uusien teollisten tuotteiden laajempi yleistymisen vaatii alalla muutoksia. (Crespell ja Gagnon 2010) CLT:n haasteiksi listataan toistaiseksi asenteellinen hyväksyntä ja mukautuminen, erilaisten määräysten täyttäminen, puun tuotanto, tuotantokapasiteetti ja standardoitujen tuotteiden puute. Lisäksi insinööripuun tuotantolinjat vaativat perinteisiin sahoihin verrattuna suurempia investointeja: CLT-raakalevytehtaan tuotantolaitteistojen investoinnit ovat noin 3 milj. euroa ja runkoelementtien työstölinjan muut vaadittavat laitteet vaativat noin miljoonan lisää. Helamo (2015) esittää, että edellä mainituilla investoinneilla voidaan saavuttaa CLT-tuotantoa noin 50000-100000m²/v/työvuoro, joka on Suomen mittakaavassa suuri kapasiteetti.

CLT:tä pidetään tulevaisuuden puurakentamiselle erittäin tärkeänä jokapaikan tuotteena. CLT-levyistä on mahdollista tehdä valmiita kantavia seinä-, katto- ja välilaattoja, joiden maksimikoot vaihtelevat suomalaisten tehtaiden valmistuslinjoista riippuen. Maksimileveydet ovat hieman yli kolme metriä ja suurimmat pituudet ovat noin 12 metriä. (Oy Crosslam Kuhmo Ltd. 2017). Suurempiakin elementtejä on saatavilla: esimerkiksi Stora Enson CLT-tehdas Itävallassa valmistaa CLT-elementtiä kokoon 2,95 metriä * 16 metriä aina 400mm paksuuteen asti molempiin suuntiin laminoituna (Stora Enso Oy 2015).

Käytännössä townhouse-talon kaikki runkorakenteet on mahdollista rakentaa CLT-elementeillä, ja Suomeen toteutetuista townhouse-taloista valtaosan rakentaminen olisi onnistunut käyttämällä teollisesti valmistettuja puusovelluksia.

Rakennusallalla uusiin tuotteisiin ja toimintatapoihin on perinteisesti suhtauduttu varauksella ja adaptoituminen on ollut hidasta. Kiviniemen (1996) mukaan asiakkaiden päätöksenteko on konservatiivista:

”Uusista tehokkaista tuote- tai toimituskonsepteista ei saada täyttä hyötyä, jos muu rakennushanke toteutetaan tavanomaisesti. Esimerkiksi nopeasta rakennus- tai asennusajasta ei ole merkittävää hyötyä, jos samalla koko hankkeen kesto ei lyhene. Uusilla laajoilla järjestelmätuotteilla on vaikeuksia päästä markkinoille.” (Kiviniemi 1996, s. 53-54)

Samaan tulokseen päätyivät myös tuotekehitystä ja tuotteistusta tutkinut Kairi (2005) sekä Smith ym. (2015). Smith ym. (2015) tutkimuksissa todettiin, että insinööripuutuotteiden avulla rakentaminen eroaa huomattavasti rankapuu-, teräs- tai betonirakentamisesta: Smith ym. (2015) tekemissä Case-tutkimuskohteissa sekä suunnittelua että toteutusvaihetta varten palkattiin insinööripuutuotteiden erityisosaajia. Vaikka esimerkiksi CLT-tuotteita on ollut Pohjois-Amerikassa markkinoilla jo pitkään, on niiden asema edelleen marginaalinen ja tuotteiden avulla rakentaminen vaatii keskimääräistä enemmän tietoutta. Lisäksi suunnitteluprosessit ovat erilaisia johtuen tuotannosta, joka painottuu esivalmistukseen.

Työn Esikaupunkikortteli 2020-tapaustutkimuksen yhteydessä on tutkittu townhouse-korttelin suunnitteluvaiheen luonnos- ja rakennekuvia, joissa CLT-elementtien käyttöaste on korkea. Korttelista kerrotaan enemmän kappaleessa 5. Tavoitteena oli suunnitella townhouse-talot täysin puurakenteisiksi. Korttelin tuleva toteutus osoittaa, että täysin puurakenteisia townhouse-taloja voidaan rakentaa jo olemassa olevilla tuotteilla ja osaamisella.

3.2. Puurakentamisen ekologisuus ja puupientalorakentaminen

Puurakentaminen voidaan nähdä pitkäjänteisenä ja kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisena rakennustapana (Karjalainen 2016). Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät ovat erittäin valoisat: Ilmastonmuutos, energiatehokkuus, uusiutuvien ja ekologisten materiaalien käyttö sekä luonnon läheisyys ovat vallitsevia ilmiöitä niin kulutustuotteissa kuin rakentamisessa. Kaupunkipientalojen puurakentamisen lisääminen kaupunkialueiden täydennysrakentamisen yhteydessä tukee kestävän ja ekologisen asuntorakentamisen kehitystä. Aalto-yliopiston aiemman tutkimuksen mukaan (Hasu ja Hirvonen 2016) energiatehokkuus ja koko hiilijalanjäljen huomioiminen on tärkeää pääkaupunkiseudun asukkaille. Lisäksi tutkimuksen mukaan townhouse-talotyyppeihin myönteisesti suhtautuvat ovat keskimääräistä ympäristömyönteisemmin ajattelevia.

Puun ekologisuus perustuu siihen, että puu varastoi kasvaessaan itseensä hiilidioksidia fotosynteesissä, eli puumassat toimivat elinkaarensa aikana hiilinieluina. Puumassa koostuu noin 40% selluloosasta, 25-35% hemiselluloosista ja 20-30% ligniinistä riippuen puulajista (Vanninen 2009), eli puun lajista riippuen on kiintoaineesta miltei puolet painostaan hiiltä. Rakentamisessa puutuotteella korvattaessa esimerkiksi betonirakenteita ja laskettaessa betonirakenteen hiilidioksidipäästöt, nousee puun ekologisuus omaan luokkaansa. Jokaisella Portland-sementtiä korvanneella puutonnilla voidaan torjua noin kaksi tonnia hiilidioksidipäästöjä (Hurmekoski 2017). Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kuutiometri puuta varastoi noin tonnin hiilidioksidia. Keskimääräinen suomalainen puupientalo varastoi noin 30 tonnia hiilidioksidia, joka on yhtälainen noin 10 vuoden keskivertoauton hiilidioksidipäästöihin. Puurakentamisella voidaan siis ehkäistä ja sitoa erittäin tehokkaasti hiilidioksidia koko rakenteiden elinkaaren ajaksi, ja puurakentamista

voidaan näin pitää aidosti ekologisena ratkaisuna. (Julin 2010) Vastaavanlaisia tuloksia esittävät myös massiivipuurakentamista tutkineet Crawford ja Cadorel (2017).

Ympäristöministeriö on laatinut uuden puurakentamisen ohjelman, joka jatkuu suunnitellusti vuoden 2018 loppuun. Ohjelman tavoitteena on keksiä ja parantaa puurakenteiden käyttökohteita, pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä, sekä nostaa kotimaisen puun käyttöastetta rakentamisessa. Ohjelma on yksi hallituksen kärkihankkeista. Myös EU:ssa on käynnissä erilaisia ohjelmia, joilla pyritään parantamaan ekologisempien materiaalien käyttöä rakentamisessa. (Euroopan Unioni 2012) Suomessa olennainen osa on myös rakentamismääräyskokoelman uudistaminen, jonka uudet määräykset tulevat voimaan 1.1.2018. (Ympäristöministeriö 2017) Suomi toteuttaa puurakentamisen edistämistä itsenäisesti EU:ssa, sillä EU ei säännöissään voi sallia rakentamisessa jonkun rakennusmateriaalin suosimista yli muiden. Tämä on ristiriidassa EU:n omien päästötavoitteiden kanssa: Esimerkiksi puun osuuden lisääminen 10% kaikessa rakentamisessa EU:ssa olisi vastannut noin 25% EU:n Kyoton sopimuksen tavoitteista. Rakennusmateriaalien elinkaari- ja ilmastovaikutuksia ei tarkastella tarpeeksi tarkasti eikä puurakentamisen hyötyjä korosteta. Tarkasteltuna elinkaarimallien mukaisesti rakentamissektori kuluttaa ja tuottaa EU:ssa noin 35% kasvihuonepäästöistä, 42% kaikesta energiasta, 30% vedenkulutuksesta ja 50% käytetystä materiaalista (Julin 2010; Hurmekoski 2017).

EU tulee muuttamaan linjaansa asian suhteen, mutta vielä ei ole julkaistu kannustinohjelmia, jotka edistäisivät puurakentamista tai sääntelyä rakennusmateriaalien käytöstä hiilidioksidipäästöjen mukaisesti. EU on kuitenkin kannustanut jäsenmaitaan edistämään kestävän kehityksen tuotteiden käyttöä. Puurakentamisen voidaan ennustaa lisääntyvän luonnollisen kiinnostuksen myötä, mutta poliittiset paineet ja kannustimet antavat odottaa itseään. Ympäristökysymykset ovat kuitenkin rantautuneet rakennusosalalle, joka näkyy jo esimerkiksi asumiskyselyjen tuloksissa. (Julin 2010; Köstinger ja Gambús. 2014; Hurmekoski 2017) Mikäli esimerkiksi pienempiä CO₂-päästöjä tuottavia rakennusmateriaaleja tullaan kannustamaan tulevaisuudessa, tullaan puurakentamisella korvaamaan entistä enemmän massiivikivi- ja metalliratkaisuja rakentamisessa. Esimerkiksi eurooppalaisen standardin EN 16485 mukaan elinkaarilaskelmissa voidaan hyväksyä puutuotteille negatiivinen hiilijalanjälki (Achenbach ym. 2016), joka muuttaa olennaisesti esimerkiksi energiataseen lopputuloksia vertailussa muihin rakennusmateriaaleihin, kuten Kuittinen ym. (2015) osoittaa.

Poliittisilla puheilla ja teoilla sekä asiakkaiden mielipiteillä vaikutetaan myös rakentajiin. Laukkasen (2012) haastattelema Sixten Sunabacka, Metsäalan strategisen ohjelman silloinen strateginen johtaja, kertoo Suomessa olevan paljon suunniteltuja puukerrostaloasuntohankkeita. Sunabacka näkee, että rakentajien keskuudessa ollaan laajalti kiinnostuneita puurakentamisesta, ja esimerkiksi Karjalaisen (2016) mukaan Suomessa aloitettiin 585 puukerrostaloasuntoa vuonna 2016. Puurakentaminen soveltuu hyvin täydennysrakentamiseen, johon myös townhouse-rakentaminen sopii. Sturm ja Schwehr (2014) mukaan Sveitsissä erilaisia asuinalueita voidaan monimuotoistaa erilaisin asuinrakennuksin puurakentamisen avulla, sillä puurakentamiseen suhtaudutaan yleisesti positiivisemmin kuin muuhun rakentamiseen. Kaiken puurakentamisen kysynnän lisääminen parantaa puuelementtiteollisuuden ja sen kehityksen tilaa.

Aallon julkaisussa Uusi suomalainen unelmakoti? (2015) on tutkittu esimerkiksi ympäristövaikutuksiin liittyvien tekijöiden merkitystä asumisvalinnoissa. Asukasbarometrin 2010 mukaan townhouse-myönteisistä vastaajista asumisessa käytettävien pinta- ja sisustusratkaisujen ympäristöystävällisyyttä pitää tärkeänä noin 59%. Vastaavasti tonttia hakeneista vastaajista noin 49%. Vastaavissa kohdissa vain 10% vastaajista ei pitänyt ympäristöystävällisyyttä merkitsevänä seikkana. Yleisesti ottaen kaikki ympäristöseikat nähdään niin energiatuotannon kuin asumiskoosta tinkimisen ympäristösyistä osalta hyvin merkityksellisiksi. Energiatehokkuutta ja ekologisuuksi piti tärkeänä 70% townhouse-myönteisistä vastaajista.

Valtaosa Suomessa rakennettavista omakotitaloista rakennetaan edelleen puusta. Vuonna 2016 valmistuvien omakotitalojen runkomateriaaleista 69% oli valmistettu puusta ja lisäksi 19% teollisesta hirrestä (Pientaloteollisuus ry 2017). Suomessa puurakentaminen on kehittynyt 1990-luvun alusta yhdessä muiden EU-maiden kanssa, ja palomääräysten muuttaminen 1997 ja 2011 on mahdollistanut puun laajemman käyttämisen rakennusten rungoissa ja julkisivuissa. Kerroskorkeusrajoituksia on löyhennetty insinööripuumateriaalien eli teollisesti valmistettujen puutuotteiden kehityttyä ja puurakenteiden materiaalit ovat parantuneet. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2002)

Puurunkoisia, laajempia townhouse-kokonaisuuksia ei ole Suomeen rakennettu mainittua Helsingin Huvitusta enempää. Perinteisen omakotitalotyypin mukaisia aidosti omia (omatonttinen omakotitalo) puurunkoisia townhouse-taloja ei ole siis vielä suuremmassa mittakaavassa (useita kytkettyjä taloja) rakennettu. Sellaiselle on olemassa kuitenkin puurakenteiden puolesta täydet edellytykset, sillä jo Huvituksessakin käytettiin puisia suurelementtejä. Townhouse-puutaloja on mahdollista rakentaa kaikilla perinteisillä ja moderneilla rakentamistavoilla, kuten pitkästä tavarasta/rakennusharkoista, pien- tai suurelementeistä, tilaelementeistä tai kokonaan valmistaloina.

Eri tahojen tahtotilojen perusteella voidaan todeta, että puurakenteinen townhouse-talo edustaa ajatukseltaan, rakennusmateriaaleiltaan ja niiden päästöjen osalta kestäväää kaupunkiasumisen kehitystä. Kehittyneet puuelementtiratkaisut mahdollistavat modernien kaupunkiasuntojen puurakentamisen ja luovat eettisiä ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja, joilla voidaan vähentää rakentamisesta aiheutuvia päästöhaittoja ja helpottaa erilaisten poliittisten tavoitteiden saavuttamista (Crawford ja Cadorel 2017).

3.3. Modulaarinen rakentaminen

Moduulirakentaminen eli modulaarisista osista rakentaminen tarkoittaa rakentamistapaa, jossa rakennus koostuu esivalmistetuista, malliratkaisuun ja/tai mitoituskeeseen perustuvista moduuleista. Esivalmistetut rakennusosat rakennetaan etukäteen muualla kuin työmaalla, jossa moduulien kuljetuksen jälkeen moduulit liitetään yhteen. Esivalmistus voi olla komponenttien valmistusta sekä esikasaamista, kokonaisiä seinä-, lattia-, katto- tai tilaelementtejä aina kokonaisuun talojen osiin asti (Gibb 2001). Esivalmistetut osat, eli moduulit valmistetaan valmiiksi tehtailla, kasataan ja/tai kuljetetaan asennusvalmiina työmaille. (Huang ym. 2006) Moduulien valmiusaste vaihtelee rakennusosien 60-90% (Smith ja Rice 2015) aina noin 98% valmiisiin täysin esivalmistettuihin kokonaisuun moduulitaloihin asti (NAHB Research Center Inc. 1998).

Modulaarisen rakentamisen suurin hyöty muodostuu työmaalla tapahtuvan rakennus- ja asennusajan vähentymisestä (kaavio 2) ja yleisestä laadun parantumisesta. Yhteistä kaikelle esivalmistuksen ja moduulimaisuuden lisäämiselle on pyrkimys kustannustehokkaampaan, parempilaatuiseen ja aikaa säästävään rakentamiseen. (Kilpeläinen ym. 2001)



Kaavio 2. Esivalmistuspainotteisen moduulirakennuksen aikajanahahmotelma verrattuna työmaaorientoituneeseen rakennustapaan. Lähde: Modular Building Institute 2010.

Esivalmistus ja moduulirakentaminen ovat voimakkaasti riippuvaisia toisistaan: Moduulien esivalmistus tapahtuu rakennusosia valmistavilla tehtailla, joissa olosuhteet ja työtehtävät ovat helpompi vakiodia ja tehostaa. Näin vältetään rakennustyömaalla tapahtuvan rakennusvaiheen tuottavuuden haasteilta, joita ovat esimerkiksi turvallisuus, jätteet, laadunvarmistus, logistiset kysymykset sekä työskentelyolosuhteet (Mao ym. 2016). Valmistuskustannuksia voidaan pienentää merkittävästi samalla valmistusajan myös pienentyessä. Tyypillisesti esimerkiksi Yhdysvalloissa uuden pientalon rakentamisessa materiaalien osuus on noin 20% ja työmaalla suoritettua työn noin 80% (Huang ym. 2006). Esivalmistuksen on todettu pienentävän työmailla tapahtuvaa asennustyötä noin kolmasosasta puoleen (Lawson ja Ogden 2010), jolloin asennustyön kesto vähenee merkittävästi. Esimerkiksi korkeammilla leveysasteilla vaikeissa sääolosuhteissa asennustyötä haittaavat sääilmiöt ovat yleisempiä, jolloin työmaalla tapahtuvan asennustyön vähentäminen edesauttaa koko rakennusprosessia merkittävästi (Legmpelos 2013).

Taulukko 2 on vuonna 1998 julkaistun National Association of Home Builders -yhdistyksen tekemä raportti Yhdysvaltojen Department of Housing and Urban Development -osastolle, jossa on vertailtu erilaisten "keskivertokotien" (pientaloja) rakennustapojen kustannuksia paikallaanrakentamisen, moduulirakentamisen ja esivalmistettujen kotien kesken.

Taulukko 2. Arvoja eri valmistustapojen talojen kustannuksista. 2000 neliöjalkaa vastaa noin 186 neliömetriä, 1215 neliöjalkaa noin 116m². Lähde: NAHB Research Center Inc. 1998.

Table 20: Comparison of "Identical" Homes (same square footage and foundation cost)

COST CATEGORY	Site-Built	Modular	Manufactured Homes			
	Private Land		Private Land		Lease Community	
			Individual Lot	Subdivision	Double-Section	Single-Section*
Construction Costs	\$77,140	\$65,560	\$47,277	\$47,277	\$47,277	\$26,350
structure	\$71,123	\$59,543	\$41,260	\$41,260	\$41,260	\$20,850
foundation	\$6,017	\$6,017	\$6,017	\$6,017	\$6,017	\$5,550
cost per square foot	\$38.57	\$32.78	\$23.64	\$23.64	\$23.64	\$21.69
Land Costs	\$35,314	\$35,314	\$35,314	\$35,314	\$1,201	\$1,000
improved lot	\$34,113	\$34,113	\$34,113	\$34,113	--	--
site preparation	\$1,201	\$1,201	\$1,201	\$1,201	\$1,201	\$1,000
monthly land rent	--	--	--	--	\$250	\$200
Overhead/Administration	\$29,380	\$27,652	\$14,644	\$23,119	\$14,932	\$8,232
overhead & gen. exp.	\$8,394	\$6,491	\$2,441	\$3,853	\$2,489	\$1,372
marketing	\$3,039	\$2,596	\$1,220	\$1,927	\$1,244	\$686
sales commission	\$4,776	\$4,284	\$1,831	\$2,890	\$1,867	\$1,029
profit	\$13,170	\$14,280	\$9,153	\$14,450	\$9,333	\$5,145
Financing Costs	\$2,895	\$1,298	\$610	\$963	\$622	\$343
construction financing	\$2,895	\$1,298	--	--	--	--
inventory financing	--	--	\$610	\$963	\$622	\$343
TOTAL SALES PRICE	\$144,728	\$129,822	\$97,845	\$106,673	\$64,032	\$35,925

* Square footage is 2,000 for all cases except the single-section home in a land-lease community (1,215 square feet)

Taulukossa vertailtavia sarakkeita ovat Pritave Land-sarakkeiden Site-Built (paikallaan rakennettu), Modular (modulaarinen) ja Manufactured Homes (esivalmistettu talo). Yleisesti voi todeta, että moduulimaisuuden ja esivalmistuksen kasvaessa kustannukset pienenevät kaikilla eri riveillä.

Moduulirakentamisen muita tärkeitä etuja ovat sen toistettavuus ja mittakaavaetu: Mitä suurempina ja yleisempinä moduuleina rakennusosia voidaan määrällisesti tuottaa, sitä enemmän niiden tuotantokustannuksia voidaan pienentää yhteisten rakenteiden avulla. Moduulirakentaminen ja erityisesti tilamoduulirakentaminen ovat tavallisen rakennuselementtirakentamisen kehittyneemmät muodot, joissa esivalmistetut moduulit sisältävät esimerkiksi julkisivu- tai sisäpintarakenteita sekä talotekniikkaa.

Moduulirakentamisessa käytettävien elementtien mittakaava alkaa aina pienistä tasomoduuleista, kuten valmiista seinä- tai lattiapinnoista jatkuen kokonaisiin tilaelementteihin, joissa kokonaisia huoneita ja asuntoja esivalmistetaan, kootaan ja toimitetaan tehtailta valmiina rakennustyömaille.

Moduulirakentamisella on mahdollista päästä vielä perinteistä rakennuselementeistä koostuvaa rakentamista tehokkaampaan työmaatoimintaan, vähentää rakennusosien määrää, valmistaa tehtaissa suurempia tai valmiita kokonaisuuksia ja näin taata osien parempi yhteensopivuus. (NAHB Research Center Inc. 1998) Olennaista on kuitenkin ymmärtää, että moduulisuunnittelu vaatii suurta työpanosta ja erilaista lähestymistapaa suunnitteluun: Jos rakennus rakennetaan moduuleilla, se tulee suunnitella moduulien ja niiden jakojen mukaan. Huono vaihto ehto on muokata valmista talosuunnitelmaa moduuleille sopivaksi. Jälkimmäinen vaihtoehto johtaa ei-toivottuihin ja kalliisiin kompromisseihin, siinä missä ensimmäinen hyödyntää olemassa olevia ratkaisuja ja koko moduulirakentamisen perusajatus; kasata jokin tuote olemassa olevista järjestelmistä ja osista. (Höök 2005)

3.4. Erilaiset moduulijärjestelmät ja moduuliajattelu

3.4.1. Järjestelmärakentaminen

Modernien rakennustapojen mukainen rakentaminen edellyttää systemaattisuutta ja asioiden ennakoitua. Suunnittelun ja toteutuksen tulee olla järjestelmällistä, aikataulutettua, ennakoivaa ja tehokasta. Tämä edellyttää *järjestelmärakentamista*, eli suunnittelun, valmistuksen, logistiikan ja työmaatoimintojen hallittua kokonaisuutta. Järjestelmärakentamisen systemaattinen hyödyntäminen luo rakennushankkeelle taloudellisia hyötyjä, kun suunnittelussa otetaan huomioon perusmittojen oikea valinta, yksityiskohtien ja teknisten osaratkaisujen toistuvuus sekä arkkitehtonisen vaihtelun hallittu käyttö. (Laitinen 1995)

Järjestelmärakentaminen on moduulirakentamiselle välttämätön edellytys, sillä jo hyvin varhain rakennusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon moduulijärjestely, moduulien koko ja mahdolliset rajoitteet. Myöhempi siirtyminen ja sovitustyö johtavat usein kompromisseihin, joilla on tuotantokustannuksia lisääviä vaikutuksia. (Höök 2005)

”Uusien tuotteiden käyttöönottoa hidastaa myös se, että tuotteet, joihin sisältyy hankekohtaista suunnittelua, on markkinoitava suoraan tilaajille ja suunnittelijoille. He varovat kuitenkin sitoutumasta tiettyihin tuotemerkkeihin, koska pelkäävät kilpailun rajoittumista ja kustannusten nousua. Uusien tuotteiden tarjoaminen toteutusvaiheessa, johtaa helposti niin suuriin muutossuunnittelu- yms. kustannuksiin, että kustannushyödyt menetetään.” (Kiviniemi 1996, s. 54)

Rakennusta luonnostellessa tulisi siis hyvin karrikoidusti miettiä sitä, mistä rakennusosasta talo on mahdollista kasata. Pientaloissa moduulijärjestelmän käyttöön vaikuttavat erityisesti rakennuksen muoto ja korkeus, elementtien toistuvuus, asennusmahdollisuudet työmaalla sekä valitut ylimpien kerrosten rakenteet. Lessing (2006) mukaan moduuli- ja järjestelmärakentamisen merkitys korostuu moderneissa tuotantotavoissa, joissa ei tuoteta yksilöllisiä ja ei-toistuvia ratkaisuja, vaan sovelluksia, joita pyritään toistamaan ja näin nopeuttamaan tuotantoa. Fawcett ym. (2005) mukaan järjestelmärakentamisen hyödyt ovat merkittäviä, mutta yhteistä kaikille moderneille rakennusjärjestelmille on niiden asettamat suunnitteluvaatimukset: järjestelmien käyttö tulee olla suunniteltua ja suunnitelmat tulee perustaa järjestelmiin, eikä suunnitella hanke ja myöhemmin mukautua järjestelmään, kuten myös Höök (2005) esittää.

Erilaisia rakentamisen moduulijärjestelmiä ovat platform-puurakentamisjärjestelmät, pien- ja suurelementtijärjestelmät, tilaelementtijärjestelmät sekä erilaiset esivalmistetut valmistalot, jotka perustuvat toistuviin konsepteihin. Järjestelmät usein tukeutuvat toisiinsa, eikä niiden rajautuminen ole selvää: platform-rakennustekniikalla voidaan tuottaa esimerkiksi erilaisia suurelementtejä, siinä missä esivalmistettu valmistalo voi olla täysin tilaelementtirakenteinen.

3.4.2. Platform-rakentamisjärjestelmä ja avoin puurakennusjärjestelmä

Platform-rakentamisella tarkoitetaan rakentamistapaa, jossa edellinen taso, *platform*, toimii rakennuslujana seuraavalle tasolle. Rakennetun alapohjan päällä rakennetaan kantavat seinäelementit, jotka nostetaan pystyyn ja liitetään yhteen kantavaksi rakenteeksi väli- tai yläpohjalle, joiden päällä kasataan seuraavat kerrokset tai kattorakenteet. Ajatuksena on, että kantavaseinäinen runko kootaan kerroksittain ja rungon rakentaminen etenee alhaalta ylöspäin. Rungon valmistuttua saadaan kattorakenteet asennettua ja sisätilatyöt voidaan aloittaa. Järjestelmän eduiksi katsotaan rakentamisen yksinkertaisuus ja nopeus, sillä rakentaminen kerros kerrokselta vähentää nosto- ja asennuslaitteiden sekä telineiden käyttöä. (Viljakainen 1999)

Platform-rakentamisjärjestelmä on syntynyt Yhdysvalloissa, jossa rakennustavan tärkeimpiä periaatteita ovat vakiodut ratkaisut ja niiden soveltaminen mahdollisimman moniin kohteisiin. Platform-rakennustapaa on ehdotettu avoimeksi rakennejärjestelmäksi Suomeen palvelemaan pientalosektoria, jossa perinteisesti tuotetaan runko- ja rakenneratkaisuilta samantyyllisiä yksi- tai kaksikerroksisia puupientaloja. (Viljakainen ja Määttänen 1998; Viljakainen 1999; Kilpeläinen ym. 2001)

Puuteollisuuden eri tahot ovat pyrkineet yhtenäistämään puurakentamisessa käytettäviä tuotteita erityisesti 2000-luvun taitteessa. Tähän liittyen laadittiin ohjeteoksia ja rakennustietokortteja (RT-kortteja), kuten RT-kortti 82-10678 Avoin puurakennejärjestelmä sekä 82-10679 Puukerrostalon rakenteet 1. Kilpeläinen ym. (2001) koostivat 1990-luvun lopussa laadittujen puurakennusjärjestelmiä käsittelevien teosten ja ohjeiden yhteisen oppaan, jossa on esitetty puuelementtirakentamiselle vakioituja ratkaisuja ja mittoja.

Vakioituilla elementti- ja pre-cut -tuotteilla, rakennemitoilla ja -ratkaisuilla tavoitellaan pienempää materiaalihukkaa ja nopeampaa rakentamista. Thuesen ja Hvam (2011) tutkimusten mukaan Saksassa platform-järjestelmällä on kyetty tuottamaan suuria tuottavuuden parannuksia säilyttäen rakentamisen pääpainon edelleen työmaaorientoituneena. Suurimmat tuottavuuden parantamiseen vaikuttaneet toimet liittyvät työvaiheiden ja ratkaisujen toistoihin, joihin myös Suomeen kehitetyllä platform-järjestelmällä on pyritty.

Avoimen elementtijärjestelmän ehtoina on, että järjestelmä on vapaasti eri osapuolten hyödynnettävissä eikä erilaisia perusratkaisuja voi immateriaalisuojata. Immateriaalisuojauskielto perustuu ajatukseen, ettei alan kehitys hyväksi havaittujen ratkaisujen takia vaikeudu, mitä on tapahtunut muilla teollisuuden aloilla (Çevikarslan 2017). Avoimella järjestelmällä pyritään lisäämään yhteensopivuuksia valmistajien kesken, jolloin myös suunnittelu helpottuu ja eri osapuolten yhteistyö on sujuvampaa. Kilpeläinen ym. (2001) järjestelmässä voidaan yhdistellä eri valmiusasteisia rakentamistapoja, eli täyselementtejä, runkoelementtejä ja paikallaanrakentamista. Olennaiset puuteollisuuteen jalostuneet ajatukset ovat eri rakenneosien, kuten ala- ja välipohjien, seinäelementtien ja moduulijakojen toteutuneet mitoitus ja malliratkaisut, samoin erilaiset laskelmat, jotka perustuvat vakioituihin mitoituksiin.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) tutkimuksessa (Nykänen ym. 2017) vastaavat ongelmat vaivaavat puukerrostaloteollisuutta. Nykänen ym. (2017) peräänkuuluttavat myös rakennusjärjestelmien tarpeellisuutta, sillä nykyiset pilottimalliset ja markkinaosuuksiltaan marginaaliset puurakenteiset kerrostalot kärsivät monimuotoisista ratkaisuksista, jotka vaikeuttavat rakentamista aina suunnitteluvaiheesta asti:

”Puurakennusten suunnitteluprosessi on vielä kehittymässä, mikä aiheuttaa tehottomuutta monin eri tavoin. Tällä hetkellä rakennejärjestelmän pilottiluonne kasvattaa suunnittelun työtaakkaa, ja referenssiprojektien puute johtaa sekä suunniteltuihin että suunnittelemattomiin lisätöihin.” (Nykänen ym. 2017, s. 82-83)

3.4.3. Pien- ja suurelementtijärjestelmät

Pien- ja suurelementeillä tarkoitetaan tehtaalla tuotettuja rakennuksen valmisosia, esimerkiksi valmista pientalon seinäelementtiä tai seinän suurempaa osaa. Suurelementtijärjestelmään perustuvassa rakentamisessa rakennuksen ulko- ja väliseinät, ylä-, väli- ja alapohjat sekä täydentävät rakenteet, kuten päätykolmiot ja palokatkot koostuvat suurista tasomaisista tehdastuotetuista elementeistä, jotka liitetään työmaalla yhteen yhdeksi rakennukseksi. Suurelementit ovat siis rakennuksen valmiita tasopintoja, jotka nostetaan paikalleen ja asennetaan muiden suurelementtien kanssa yhdeksi kokonaisuudeksi. Suur- ja pienelementit sekä niiden asennustavat erottaa toisistaan juuri elementtien koko. Pienelementeiksi lasketaan valmiit esivalmistetut pinnat noin 0,3 metristä alkaen aina käsin asennettavaan ja liikuteltavaan kokoon. Suurelementit vaativat poikkeuksetta nostolaitteistoa niin siirtelyyn kuin asentamiseen, joiden avulla ne asennetaan paikalleen. Pien- ja suurelementtien koot vaihtelevat pituudessa noin 0,3 metristä aina pariin kymmeneen metriin asti ja korkeudessa noin 3,5 metriin asti. Suurempien elementtien tuotantoa rajaavat lähinnä kuljetusmahdollisuudet ja muut logistiikan rajoitteet tehtaalta työmaalle. (Laitinen 1995; Kilpeläinen ym. 2001)

Kilpeläinen ym. (2001) esittelemä avoin puurakennusjärjestelmä ja mainitut RT-kortit perustuvat vakioituihin pien- ja suurelementtimittoihin. Moduulimitoitus on tehty sopivaksi suomalaiselle rakentamiselle. Elementit koostuvat perinteisesti pienemmistä rakenneosista kuten runkotolpista ja levytyksistä. Tällöin esimerkiksi seinäelementin leveyden kasvattaminen kasvattaa moduulijaon mukaisesti sen sisältämiä osia, jolloin taulukoituja ja laskettuja rakenteellisia ominaisuuksia on helpompaa ottaa huomioon suunnittelussa. (Kilpeläinen ym. 2001)

Omenamäen townhouse-kohteissa on sovellettu elementtirakentamista puurakenneosien osalta. Suurelementit ovat laajalti käytössä esimerkiksi puukerrostalorakentamisessa. Suurelementeillä on mahdollista tuottaa townhouse-taloon esimerkiksi kokonaisia kerroskorkeita seinäelementtejä.

Suurelementit ovat kehittyneet puupientaloteollisuudessa 1800- ja 1900-lukujen taitteesta lähtien, ja esimerkiksi Ruotsissa 1970-luvulta lähtien suurelementtivalmisteinen puurunkotalo on ollut kustannustehokkain tapa (verrattuna vastaavaan kiviaines- tai teräsrunkoiseen taloon) rakentaa yhden perheen pientaloja. Ruotsissa rakentamisen käännyttyä laskuun 1990-luvulla alkoi kehitys kääntyä pientalopuolella vielä suurelementtejä tuottavampien esivalmistusjärjestelmien käyttöön. Suurelementtien ja moduulijärjestelmien yhdistely johtivat tilaelementtien yleistymiseen. (Laitinen 1995; Höök 2005).

3.4.4. Tilaelementtijärjestelmä

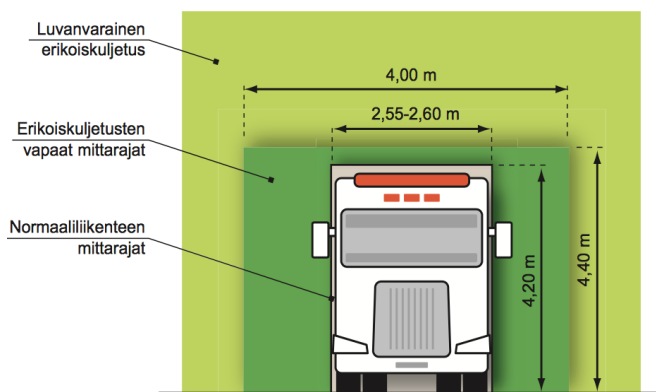
Tilaelementti voidaan pientaloteollisuudessa määritellä kolmiulotteiseksi, suureksi valmiiksi esiasennuselementiksi, joka on esirakennettu elementtitehtaalla sisältämään kantavan rungon lisäksi seinä-, lattia- ja kattopinnat sekä talotekniikkaa. Tilaelementti voi olla valmiin rakennuksen huone tai suuremman tilan siipi, osa kerrosta tai kokonainen pieni kerrosmoduuli.

Tilaelementti on siis esivalmistusasteeltaan suurelementtejä pidemmälle viety valmiin kokonaisuuden rakennusosa. (Höök 2005)

Tilaelementtijärjestelmässä pätee samat suunnitteluajatukset kuin suurelementtijärjestelmässä, eli hyödynnettäessä tilaelementtejä tulee ymmärtää, miten tilaelementtimoduulit rakentuvat ja mitä vaatimuksia ne asettavat. Suurelementit voivat olla joko kantavia tai kantamattomia rakenteita, joita voidaan liittää runkoon tai ne voivat yhdessä muiden pintojen kanssa muodostaa kantavan rungon yhteen liitoksen jälkeen. Tilaelementit puolestaan ovat itsenäisiä moduuleja, jotka kantavat niille suunnitellut kuormat sellaisinaan. Tilaelementit ovat kantavia ja jäykistettyjä valmiita huone- tai rakennuskokonaisuuksia. Konkreettinen ero on tilan muodostuminen, joka pien- ja suurelementeissä muodostetaan yhteenliitoksella, tilaelementeissä puolestaan huoneistotila on tuotettu jo esivalmistusvaiheessa. Tilaelementit voidaan siis esivalmistaa sisätiloiltaan valmiiksi.

Moderneja rakennustapoja käsittelevässä tutkimuksessa Fawcett ym. (2005) ovat todenneet Englannissa tilaelementtiperusteisen rakentamisen vievän vähiten aikaa rakennustyömaalla. Samalla koko työmaatoiminnan nopeutuessa työmaan kesto voi lyhentyä jopa puolella, ja sääoloilta päästään suojaan noin neljäsosassa siitä ajasta, mikä perinteisellä rakennustavalla vaadittaisiin.

Tilaelementit toimitetaan työmaille suunnitellusti suoraan perustusten tai edellisten kerrosten päälle. Niiden asennus- ja nostolaitteisto vaatii samaa työtarvetta kuin muiden elementtiasennusten, mutta myös suurempaa nostokapasiteettia kuin muiden elementtien tapauksissa. Tilaelementtien valmistuksessa kokorajoitteina ovat myös logistiikan tuomat rajoitteet. Tavallisiin pintojen muotoisiin elementteihin verrattuna tilaelementtien kuljetuksessa rajoituksia syntyy leveysdimension lisäksi korkeudesta, sillä ELY-keskuksen määrittämä ajoneuvon normaalikuljetuksen korkeusraja on 4,0 metriä ja erikoiskuljetuksissa 4,2 metriä. Leveydessä vastaavat mitat ovat 2,6 metriä ja 4,0 metriä, ja tätä leveämmät kuljetukset vaativat luvanvaraisia erikoiskuljetuksia. Moduulien määrän vaihdellessa erikoiskuljetusluvista syntyy huomattava kustannuserä, ja kuljetukset vaativat lisäksi paljon suunnittelua. (ELY-keskus 2017)



Kuva 19. Erikoiskuljetusten mittoja. Lähde: ELY-keskus 2017.

3.4.5. Tehdasvalmistetut valmistalot

Pientaloja on mahdollista rakentaa myös tilaelementtejä valmiimpina kokonaisuuksina. Esimerkiksi suomalainen Teijo Talot Oy käyttää valmistustapaa, jossa puutalot kasataan täysin valmiiksi tehtailla perustuksia myöten. Tulevalla asennustontilla suoritetaan raivaus- ja pohjatyöt talon mukana tulevien perustusten mukaan ja valmistellaan kunnallistekniikan ja sähköjen liittynät. Talot rakennetaan tehtailla joko yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi tai pienemmiksi osiksi, esimerkiksi kahteen tai kolmeen kokonaiseen osaan, ja ne kuljetetaan perustuksineen tontille. Yrityksen käyttämä nostojärjestelmä mahdollistaa kokonaisen valmistalon tai –kappaleen nostamisen asennuspaikalleen.



Kuva 20. Teijo-Talojen Perniön talotehtaalla rakennukset rakennetaan tuotantohalleissa, josta ne myöhemmin kuljetetaan asennettavalle tontille laveteilla. Kuva Olli Koskinen 2017.

Valmistalo on eräänlainen moduuliratkaisu, jossa esivalmistusta ja teollista valmistustapaa lähestytään eri näkökulmasta. Valmistalot voidaan rakentaa tehdasolosuhteissa esimerkiksi platform-rakennustavalla tai pre-cut-järjestelmänä valmiiksi osiksi tai pieniksi kokonaisiksi taloiksi kattoineen ja perustuksineen. Valmiiden osien tuotanto ei ole esimerkiksi tilaelementeistä rakennettavan puukerrostalon kaltaista linjastotyötä, vaan valmistalojen valmistus on yksilöllisempää ja toimitusajat ovat esimerkiksi Teijo-Taloilla kolmesta neljään kuukautta. Teijo-Taloilla on valmiita talomalleja, joita yritys myy.

Toisin sanoen rakennusosien esivalmistusaste ei ole juurikaan suurempi, kuin täysin työmaalla rakennettavissa hankkeissa, mutta rakennusaikaa saadaan huomattavasti lyhyemmiksi tehdasmaisista rakennusolosuhteista johtuen. Työmaalle ei jää mitään rakennustöitä raivaustöiden jälkeen, eikä työmaalle tarvita elementtien nosto- tai siirtolaitteistoja. Valmistalojen siirtäminen työmaalle vaatii mittavia kuljetuslaitteistoja verrattuna esimerkiksi pintamuotoisiin elementteihin; valmistalojen siirrot vaativat miltei poikkeuksetta luvanvaraisia siirtolupia ja pääsyä kalustolla myös asennuspaikalle. Toisaalta kuljetuksien osuus koko talon hinnassa on pieni, sillä talo siirtyy yhdessä kuljetusjonossa kertakuljetuksella. (Teijo-Talot Oy 2013)

Lisäksi erilaiset rakentamisessa yleiset kommunikaatio-ongelmat eri toimijoiden välillä voidaan välttää, kun rakentaminen tapahtuu esimerkiksi Teijo Talojen tapaan samassa hallissa. Töiden valvonta on myös helpompaa kaiken rakentamisen tapahtuessa samalla kertaa samassa paikassa. (Hoezen ym. 2006)

Teijo-Talojen konseptin rajoittava tekijä on kuljetuskaluston ja nostolaitteiston saavutettavuus tontilla. Talo pitää pystyä ajamaan kuljetuslavetilla konkreettisesti täysin kohdalleen. Esimerkiksi jyrkillä rinnetonteilla, ahtailla keskusta-alueilla tai muutoin hankalasti saavutettavilla paikoilla tämä voi muodostua ongelmaksi.

Kellareiden osalta rakentaminen on mahdollista vain, jos kellari rakennetaan etukäteen, ja se esimerkiksi täytetään kuljetuskaluston tuodessa taloa paikalleen. Käytännössä siis kellaritilojen rakentaminen on erittäin epäkäytännöllistä Teijo-Talojen konseptilla.

3.5. Esivalmistus ja moduulirakentaminen

3.5.1. Esivalmistus ja tuottavuus

Esivalmistusta on pidetty 2000-luvun taitteesta lähtien ratkaisuna rakentamisen tehokkuuden parantamiseen. Kilpeläinen ym. (2001) toteavat puuelementtirakentamisen esivalmistusasteen nostamisen tavoitteeksi rakennustöiden tuottavuuden ja laadun parantamisen: Esivalmistuksella pyritään lyhentämään rakennusaikaa, helpottamaan talvirakentamista, parantamaan rakentamisen laatua ja helpottamaan työvoiman saatavuutta. Lawson ja Ogden (2010) mukaan tehdasolosuhteissa vähemmässä ajassa saadaan aikaan enemmän kuin työmaalla, sillä prosesseja voidaan suorittaa keskitetympin. Sekä esivalmistuksessa että työmaalla syntyneet rakennustyöt muodostavat suurimman osan rakennushankkeen työkustannuksista, joten rakennustöiden tuottavuuden parantaminen on olennaisin keino parantaa kokonaistuottavuutta.

Bernstein (2011) ja Blisman ja Wakefield (2009) ovat päätyneet omissa tutkimuksissaan edellisten kaltaisiin tuloksiin. Bernstein (2011) on tutkinut Yhdysvalloissa esivalmistuksen ja moduulirakentamisen vaikutuksia rakentamisen tuottavuuteen. Tutkimuksissa on haastateltu alan eri tahoja laadittujen tapaustutkimusten yhteydessä. Blisman ja Wakefield (2009) puolestaan tutkivat esivalmistuksen tilaa Australiassa rakennusalalla. Otannaksi saatiin noin 50 talovalmistajaa, jotka käyttävät esivalmistettuja tuotteita. Tämä joukko ei edustanut koko Australiaa, mutta tarjosi hyvän indikaattorin eri esivalmistusasteiden suhteille. 50:stä 41 organisaatiota käytti ei-volumetrisia esivalmistettuja rakenteita, kuten suurelementtejä. Viisi organisaatiota käytti volumetrisia elementtejä (tilaelementtejä) kuten märkätilaelementtejä, ja kahdeksan käytti modulaarisia rakennuksia, kuten koteja, kouluja ja katoksia. (Blisman ja Wakefield 2009)

Molemmissa tutkimuksissa esitettiin toisiaan tukevia tutkimustuloksia: Bernstein (2011) ja Blisman ja Wakefield (2009) tutkimustulosten tärkeimpinä yhteisinä havaintoina todettiin esivalmistuksen lyhentävän rakennusaikoja, pienentävän rakentamisen kuluja sekä parantavan rakentamisen laatua ja laadunhallintaa.

Bernstein (2011) mukaan esivalmistuksella ja moduulirakentamisella voidaan vähentää rakentamisen kustannuksia ja työmaa-aikaisia haasteita: yleisin syy modulaarisen rakentamisen valintaan on ollut rakentamisajan vähentäminen ja kustannussäästöt. Tutkimuksessa käytettyjen tapausten kustannussäästöt olivat keskimäärin 16% verrattuna perinteiseen rakentamiseen (ei-modulaarinen rakentaminen). Kustannusten aleneminen ei ole kuitenkaan itsestään selvää, sillä samassa tutkimuksessa todetaan, että joskus modulaarinen rakentaminen voi myös lisätä kuluja. Toistuvuus ja ajankohta, jossa päätetään hyödyntää moduulirakentamista vaikuttavat eniten kuluihin. (Bernstein 2011)

Blisman ja Wakefield (2009) tutkimuksessa nähtiin jo mainittujen tulosten lisäksi esivalmistuksen yksinkertaistavan rakennusprosesseja, tarjoavan korkeampaa johdonmukaisuutta, tarjoavan parempia työskentelyolosuhteita, vähentävän riskitilanteita työmaalla, lievittävän ammattitaitopulaa sekä vähentävän jätteitä valmistusympäristössä ja työmaalla. Esivalmistuksen huonoina puolina nähtävät rajoitteet voidaan luokitella niin, että niitä olivat prosessien muutokset, korkea pääoman sitominen, toimitusketjujen rajoitukset sekä lainsäädäntö. (Blisman ja Wakefield 2009)

Suurimpina haasteina tutkimuksissa nähdään asenteet ja työkuultuurimuutokset, jotka vaativat aikaa. Sekä Bernsteinin (2011) että Blisman ja Wakefield:n (2009) mukaan rakentamisen alalle vaaditaan suurempia rakenteellisia muutoksia, sillä esivalmistus muuttaa työskentelytapoja sekä prosessien että tuotteiden parissa. Todelliset edut saavutetaan, kun esivalmistuksen kaikki hyödyt ja periaatteet sekä mahdolliset haasteet ymmärretään valmistuksessa. Bernstein (2011) mainitsee esirakentamis- ja moduulipainotteiseen rakentamiseen siirtymisessä olevan useita haasteita: valmiiden tuotteiden kuljetus ja logistiikka yhdessä tehtaan ja työmaan etäisyyksien kanssa, tietoisuus uusista tuotteista sekä ammattiliikkeet, jotka toimivat hidastavina tekijöinä alan uudistusten kanssa. (Bernstein 2011)

Myötävaikutuksina esivalmistuksesta ja moduulirakentamisesta nähdään kasvanut yhteistyö osanottajien kesken koko projektin kehityksessä. Erikseen mainitaan myös, että siirtyminen moduulirakentamiseen tulee tehdä jo hankevaiheessa: suunnitteluvaiheessa siirtyminen perinteisestä rakentamisesta moduulimaiseen rakentamiseen vaikuttaa negatiivisesti projektiin. (Bernstein 2011)

Lawson ja Ogden (2010) tutkimuksessa tutkittiin korkean, 25 kerroksisen moduulirakenteisen (824 moduulia) asuinrakennuksen rakentamista moduuleja käyttäen, ja tehtiin vertailuja perinteiseen rakentamiseen. Vertailu tehtiin perustuen esimerkiksi tehtyyn rakennustyöhön suhteessa pohjapinta-alaan. Rakennus on betonielementtirakenteinen.

Moduulit saatiin asennettua 32 viikossa kahdeksanhenkisellä asentajaryhmällä ja kahdella johtajalla. Moduulien työmaa-asentaminen vei valmistukseen käytetystä ajasta 9,5%, eli työmaalla käytettiin suhteessa vain vähän rakentamisaikaa moduulien asennukseen. Työvoiman käytöstä arvioitiin, että 36% kului valmistukseen, noin 9% kuljetukseen ja asentamiseen ja 55% muuhun rakennustyöhön. Kokonaisarvio oli noin 16 miestyötuntia per m². Tuottavuuden katsottiin nousseen 80% verrattuna työmaaaintensiiviseen rakentamiseen.

Rakennuttamiskustannuksissa katsottiin muodostuvan noin 11-20% säästöt jakautuen:

- | | |
|--|------|
| - Asiakkaan rahoitukseen liittyvistä tekijöistä (ajansäästö) | 3-6% |
| - Suunnittelukustannusten pienentyminen | 2-3% |
| - Haasteiden väheneminen | 1-2% |
| - Työmaan ennakkotoimet | 5-7% |

Tuotannon tehokkuutta lisääviksi tekijöiksi mainitaan korkeampi materiaalien käyttöaste (resurssitehokkuus), vähentynyt jätteiden määrä, korkeampi tuottavuusaste tehdasolosuhteissa, sekä vähemmän työtä haastavissa työmaaolosuhteissa. Arvion mukaan noin jätteiden ja materiaalien osalta säästöt ovat vähintään 15%. Työvoiman hinnan arvioidaan olevan noin kolmanneksen edullisempaa, ja työvoimaa tarvitaan 70% vähemmän. Näin ollen tuottavuuden on laskettu olevan noin 50% parempaa. (Lawson ja Ogden 2010)

3.5.2. Modulaarisuus, toimitusketjut ja tuotantoalustat

Tässä kappaleessa tarkastellaan tuotantomalleja ja toimitusketjuja townhouse-talojen rakennusosien modulaariseen tuotantoon, räätälöintiin ja tuotannon muutoksiin liittyen. Kairin (2005) mukaan esimerkiksi uusien puutuotteiden tuotekehityksen ja uusien toimintamallien sekä liiketoimintojen kehittämisessä tulee tehdä yhteistyössä. Yhteistyö tulee lisäksi ulottaa koko alaan ja markkinoihin. Tämä tarkoittaa koko tuotantoprosessia toimitusketjujen alkutekijöistä lopputuotteeseen asti.

Pero ym. (2015) ovat tutkineet tuotteiden modulaarisuuden ja toimitusketjujen integraatiota. Heidän tutkimuksensa aiheena oli tutkia modulaarisuuden konseptia Engineered-to-Order, ETO (rakennettu/suunniteltu tilauksesta) –tyyppisillä teollisuuden aloilla keskittyen erityisesti rakennus- ja laivanrakennusalaan.

Tavoitteena oli valaista modulaarisuuden ja toimitusketjujen hallintaa yhteistyön ja informaationjaon välillä sekä tutkia erilaisten muuttujien vaikutuksia toimitusketjujen sekä modulaarisuuden hallinnassa. Integraatiolla tarkoitetaan tässä tapauksessa osallistumista ja vaikuttamista hankkeeseen ja tuotantoon, sekä sovellettujen tuotteiden integraatiota eli räätälöimistä suunnitelmien mukaisesti modulaarisuuden sijaan.

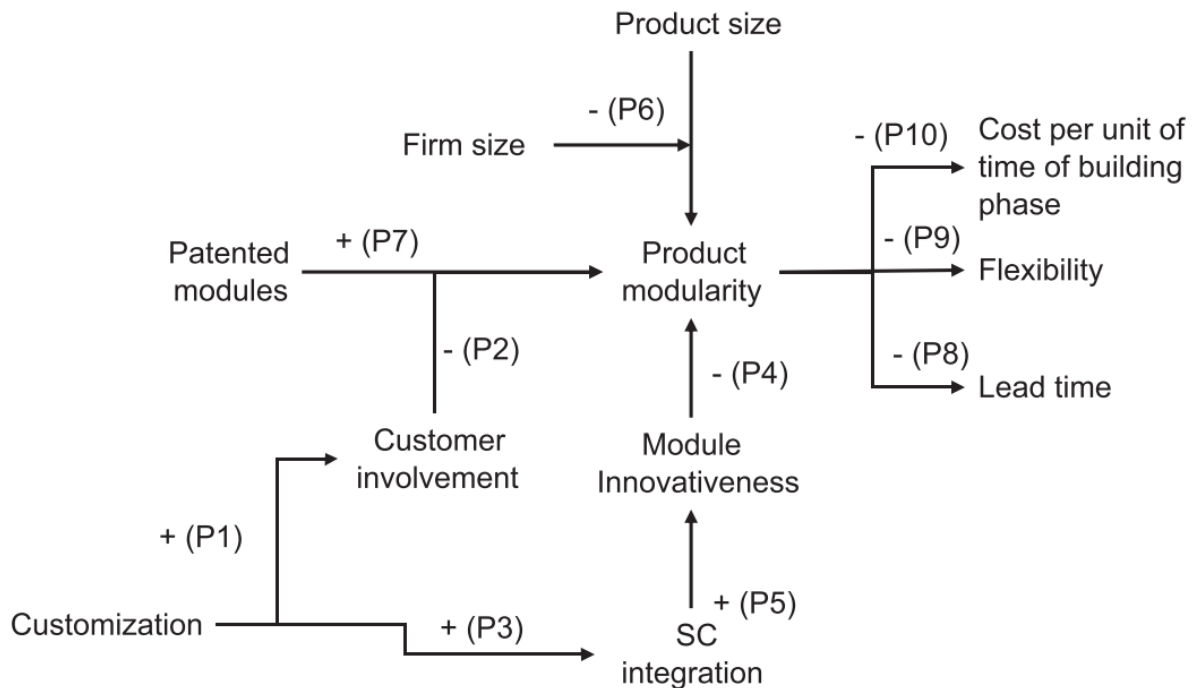
Tutkimustuloksista johdettiin reaktioketju, jota Pero ym. (2015) selittää seuraavasti: Hankkeen sisäinen suurempi monimuotoisuus johtaa pienempään mittakaavaetuuun. Monimutkaisemmat rakenteet vaativat suurempaa toimittajien integraatiota. Räätälöinti/muuntelu ja asiakkaan osallistuminen vaikuttavat vähentäen modulaarisuuteen, samaan aikaan lisäten korkeampaa toimitusketjun integraatiota. Pienemmät yritykset käyttävät modulaarisuutta vähemmän tuotteen koon ollessa suuri. Toimitusketjujen integraation on myös todettu kasvattavan moduulien innovatiivisuutta. Samalla innovatiivisuus vähentää modulaarisuutta. Viimeisenä, immateriaalioikeudet vaikuttavat ohjaukseen modulaarisuudessa: vaikuttavampi immateriaalioikeuksien tietoisuus lisää modulaarisuutta.

Pero ym. (2015) mukaan perinteisillä tuotteilla (esimerkiksi pre-cut tai pitkistä tavarasta valmistaminen) on kytkös pidempiin tuotannon läpimenoaikoihin, mutta puolestaan positiivinen vaikutus joustavuuteen suunnittelussa. Modulaarisuus edellyttää investointeja tuotantolaitteistoihin ja tuotannon osaamisen lisäämistä, mutta tuotantolaitteistoilla on mahdollista saavuttaa tuottavuuden mittakaavaetuja, jos tuotteet ovat tarpeeksi toistuvia. Modulaarisuudella on positiivinen vaikutus toimitusketjujen tehokkuuteen.

Tutkimuksen lopputuloksina on laadittu 10 erilaista ehdotusta ETO-aloille, joilla selitetään modulaarisuuden, innovatiivisuuden ja toimitusketjujen integraation suhdetta. 10 ehdotusta ovat (P1-P9):

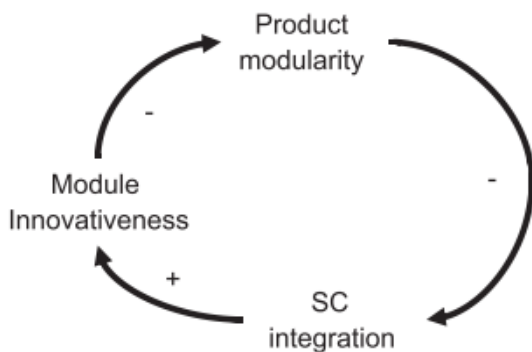
- 1) Mitä enemmän muuntelua tuotteissa on, sitä enemmän asiakkaan täytyy osallistua kehitysprojektiin.
- 2) Mitä enemmän asiakas osallistuu projektiin, sitä vähemmän modulaarisuus toteutuu.
- 3) Mitä enemmän tuote on muunneltu, sen enemmän toimitusketjuissa on integraatioita.
- 4) Mitä enemmän moduuleissa on innovatiivisuutta, sitä vähemmän tuotteissa on modulaarisuutta.
- 5) Suurempi toimitusketjujen integraatio johtaa suurempaan moduulien innovatiivisuuteen.
- 6) Suurempi tuotteen koko johtaa pienempään modulaarisuuteen, jos toimittava/valmistava yritys on kooltaan pieni.
- 7) Mitä enemmän käytetään patentoituja moduuleja, sen suurempi on tuotteiden modulaarisuus.
- 8) Mitä suurempi tuotteen modulaarisuus on, sen pienempi on projektin läpimenoaika.
- 9) Suurempi modulaarisuus johtaa vähempään muutosten mahdollisuuksiin / joustavuuteen myöhemmässä vaiheessa suunnittelua.
- 10) Laajempi modulaarisuuden käyttö vähentää työmaalla tapahtuvaa asennus- ja rakennustoimintaa.

Ehdotusten reaktiokaavio on esitetty kaaviossa 3. Kaaviossa ehdotusten etumerkki kertoo kyseisen seikan vaikutuksen kohteeseen.



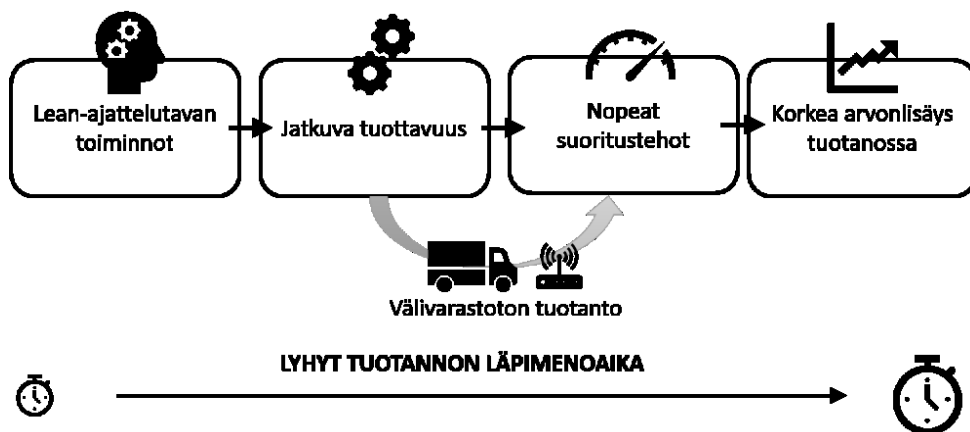
Kaavio 3. Modulaarisuuden, arvoketjun, räätälöinnin ja innovaation yhteiskaavio erilaisine vaikutuksineen. Lähde: Pero ym. 2015.

Lisäksi tekijät ehdottavat kaavion 4 silmukkaa:



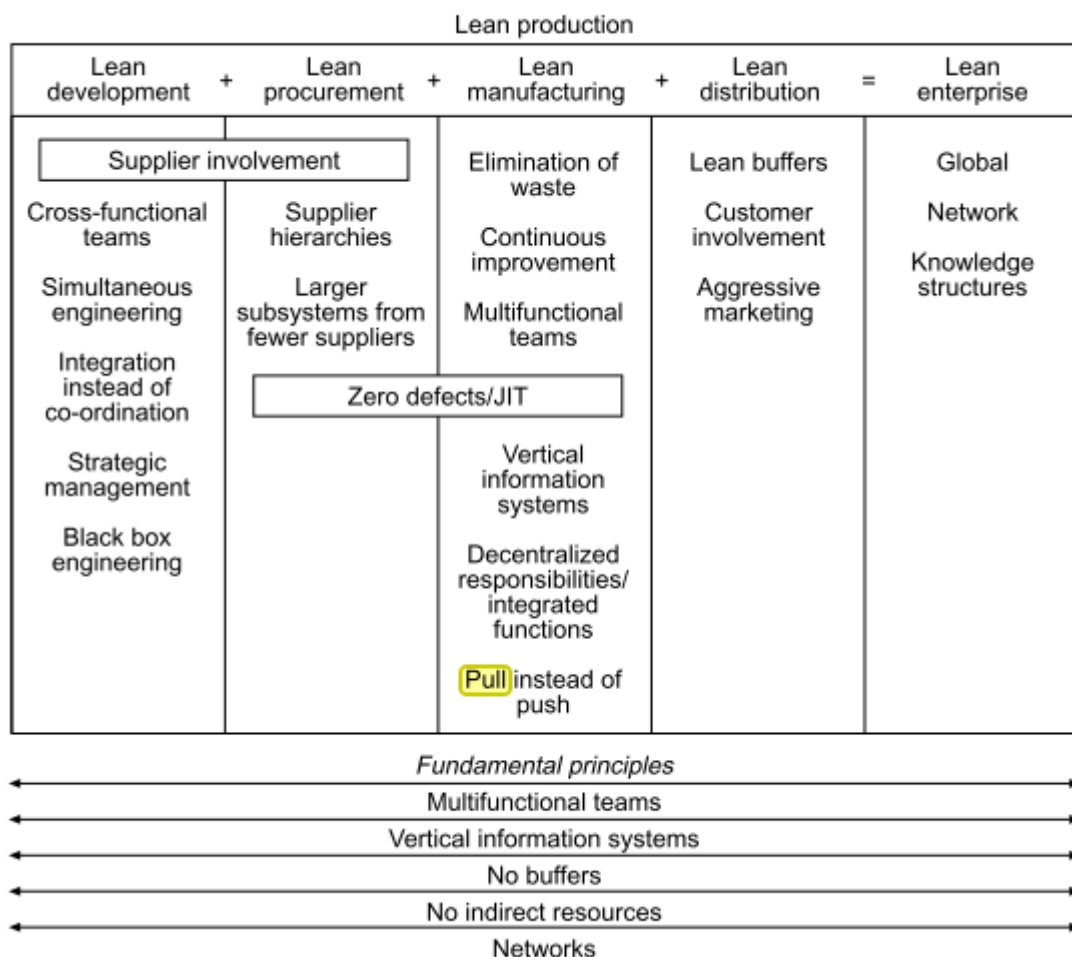
Kaavio 4. Innovatiivisuuden, modulaarisuuden ja toimitusketjujen integraation silmukka. Lähde: Pero ym. 2015.

Modulaarisuus vaatii esivalmistusta ja modulaarisuuden hyvää suunnittelua. Modulaariseen tuotantoon liittyy räätälöinti ja innovatiivisuus: Pero ym. (2015) mukaan kasvanut innovatiivisuus lisää tuottavuutta, siinä missä kasvanut räätälöinti vähentää modulaarisuuden tuottavuutta. Modulaarisuudella on todettu olevan yhtäläisvaikutus tuotannon Just-In-Time (juuri-oikeaan-tarkoitukseen, JOT) -tuotannonohjaukseen, Lean-suunnitteluun ja edellä mainittujen arvoketjuihin, sillä modulaarisuudella tähdätään samoihin tavoitteisiin, kuin Lean-ajattelulla. Slack ym. (2001) esittää, että JOT-ohjauksessa keskitytään:



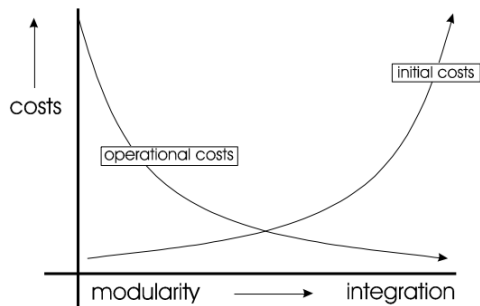
Kaavio 5. JIT/JOT-tuotannonohjaus. Laatinut Olli Koskinen Slack ym. 2001 mukaan.

JOT-ohjaus ja Lean-ajattelutavat perustuvat pitkälti asiakasvetoiseen tuotantoon, eli tuotannon tarjontaa ei tuoteta turhaan, kuten Karlsson ja Åhlström (1996) esittävät kaaviossa 6:



Kaavio 6. Lean-tuotanto Karlssonin ja Åhlströmin mukaan. Lähde: Karlsson ja Åhlström 1996.

Modulaarisen arkkitehtuurin katalogimaiset esivalmistetut osat voidaan tuottaa hyvinkin nopeasti ja eri moduulien variaatioiden tuottaminen on nopeaa ja edullista. Erens ja Verhulst (1997) mukaan kasvanut integraatio lisää kohdekohtaisia kustannuksia, kuten kaavio 7 esittää.



Kaavio 7. Modulaarisuuden ja integraation kustannusvaikutukset. Lähde: Erens ja Verhulst 1997.

Erens ja Verhulst (1997) mukaan modulaarisuus voidaan nähdä mallina, jossa rajallinen määrä toimintoja voidaan allokoida moduuliin, ja rajallinen määrä moduuleja voidaan allokoida fyysiseen rakenteeseen. Toisin sanoen rakennusosissa moduuleilla voidaan tuottaa esimerkiksi katalogisesti eri mittaisia seinä- tai tilaelementtikappaleita sisältäen ominaisuuksia, kuten tekniikkaseinän tai läpivientejä. Integraatiomalli puolestaan kuvastaa enemmän kohdemaiseen suunnitteluun perustuvaa mallia, jossa tuotanto suunnitellaan yksilöllisesti. Townhouse-talojen kannalta tämä tarkoittaa esimerkiksi yhteen tai vain muutamaan yksikköön toteutuvaa räätälöintiratkaisua.

Erens ja Verhulst (1997) malli kohtaa Pero ym. (2015) mallin kaavio 3 mukaisesti P3-P5 sekä P8-10 kohdissa. Lean- ja JOT-malleilla voidaan etsiä parasta tuotannon ja toimitusketjujen mallia ja ohjausta. Puurakenteisten pientalojen tuotannon esivalmistus ja modulaarisuus – toisin sanoen rakennusosat ja niiden valmistus – voidaan prosessoida ja tehostaa kustannustehokkaaksi ja joustavaksi, tarvittaessa räätälöitäväksi rakennusosakokonaisuuskirjastoksi. Teollisesti valmistetun pientalon valmistuksen lähtökohtana tulee olla konseptoitu ratkaisu toimitusketjujen alkutekijöistä lähtien, jolloin prosessi on selkeä ja taipuvainen platform-ajattelun (kappale 3.4.2) tavoin muutoksille ja räätälöinnille tuotannon sallimissa rajoissa.

Lean-tuotannonohjauksella voidaan rakentamisessa tähdätä myös platform-tuotantoon eli tuotantoalustan hyödyntämiseen. Platform-konseptilla tarkoitetaan toistuvan suunnitelman, rakenteen tai ratkaisun käyttämistä ja hyödyntämistä erilaisissa sovelluksissa. (Gawer ja Cusumano 2014) Perusajatuksena on käyttää esimerkiksi elektroniikka- ja autoteollisuudessa laajalti käytettyä tapaa, jossa samat tekniset ratkaisut toistuvat eri komponenteissa ja malleissa.

Tuotantoalustalla tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi CLT-levyä ja sen tuotantolinjaa, jotka toimivat tuotantoalustana useille erilaisille ratkaisuille. Niillä voidaan tuottaa puurakenteiseen pientaloon kaikkia kuormia kantavia rakenteita samoilla tuotantoratkaisuilla. Samoilla valmistus- ja työstökoneilla on mahdollista tuottaa erilaisia elementtejä, aukotuksia ja urituksia samoilla tuotantolinjoilla, eikä erillisiä rakenneosia tarvitse yhdistellä elementtituotannossa. Onnistuneella tuotantoalustojen suunnittelulla teollinen massaräätälöinti on mahdollista: Massaräätälöinnillä tarkoitetaan valmistustapaa, joka yhdistää yksilöllisiä ratkaisuja kustannustehokkaaseen massatuotantoon (Duray ym. 2000). Esimerkiksi CLT soveltuu tällaiseksi alustaksi hyvin, sillä sen eri ominaisuuksia – pituutta, paksuutta, laminointikerroksia ja kantavuutta sekä liimausta – voidaan muuttaa käyttötarkoitukseen sopivaksi niin, että vaikutukset tiedetään helposti, kuten esimerkiksi betonielementeissä.

Samalla laskelmien laatiminen ja esimerkiksi tietomallintaminen on yksinkertaista ja nopeaa homogeenisempien ja yhtenäisten rakenteiden avulla. (Hölttä-Otto 2005; Smith ym. 2015)

3.5.3. Katalogimalli

Esivalmistus ja vaihtoehtojen mukaan rakentaminen on viety hyvin pitkälle asteelle esimerkiksi Japanissa, jonne laajempi suurempien yritysten ajama esivalmistus ja rakentamisen teollistuminen sekä massaräätälöinti rantautuivat 1980- ja 1990-luvuilla. Barlow ja Ozaki (2005) erottavat tutkimuksissaan perinteisesti tuotetut asuinrakennukset massaräätälöidyistä vaihtoehtoista.

Japanissa asuntomarkkinat ovat käyneet läpi teollisen muutoksen. Valmiiksi suunniteltuja pientaloja on saatavilla valtava määrä; vuonna 2000 valikoiman laajuus oli noin 5000 pientaloa. Suurimmalla talonvalmistajalla, Sekisui House –yhtiöllä oli mallistossaan noin 600 erilaista vaihtoehtoa perustuen modulaarisiin ratkaisuihin. Markkinat ovat muuttuneet paljon 1980- ja 1990-taitteen huippuvuosista (1,7 miljoonaa tuotettua asuntoa, josta noin puolet on pientaloja, määrä puolittunut tähän päivään mennessä), ja uusien talorakennuttajayritysten kilpailuvaltteja ovat laatu ja jälkimarkkinointi, sekä mittakaavaedun muuttuminen tuotevarioinnin eduksi. Valmiiden vaihtoehtojen määrää on karsittu massaräätälöinnin ja vaihtoehtojen laajenemisen avulla. Asuinrakennuksista tarjotaan erilaisilla valinnoilla räätälöitäviä ratkaisuja, jolloin yksilölliset talot muodostuvat yhdistelmistä erilaisia valmiita ratkaisuja. (Barlow ja Ozaki 2005)

Suuremmat yritykset ovat kehittäneet filosofiaansa räätälöinnistä valinnanomaiseen ratkaisuun, jossa asiakas kokoa mieleisensä kokonaisuuden valittavilla olevista vaihtoehtoista, ja asuinrakennukset tuotetaan valintojen mukaan. Yritysten välinen kilpailu ei perustu täysin spekulatiiviseen hintakilpailuun, vaan kilpailussa on tärkeää tarjottavien vaihtoehtojen laatu ja palvelun taso. Markkinoiden ja tuotteiden kehityksen välillä vallitsee suuri integraatio, sillä vaativat markkinatilanteet edellyttävät jatkuvaa tuotekehitystä. (Barlow ja Ozaki 2005)

3.6. Puuelementtiteollisuuden tila Suomessa

Puun käyttöaste pientalorakentamisessa on Suomessa korkea. Puuta riittää, sillä Suomen metsien kasvukapasiteetti on noin 110 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta. Tästä määrästä hyödynnetään vain noin 60-65%. Suomalainen puurakentamisen alan toimijoiden ja tuote-edustajien yhteisö Puuinfo Oy esittää, että puun käyttöä voitaisiin lisätä merkittävästi (noin 20 milj. m³ vuodessa) esimerkiksi bioenergiälähteenä, rakentamisessa, puutuoteteollisuudessa ja erilaisissa biojalosteissa. Kaikesta sahatavaran kulutuksesta Suomessa käytetään noin 80% rakentamiseen, ja Suomen rakennuskannasta noin 65% on asuinrakennuksia. (Karjalainen 2016) Toisin sanoen materiaalipulaa ei ole modernille puuteollisuudelle esteenä.

Puurakentamisen osuus on nousussa ja Suomeen rakentuu joka vuosi ennätysmäärä lisää esimerkiksi puurakenteisia kerrostaloja, kuten Karjalainen (2016) toteaa. Puukerrostalot rakennetaan yleensä suur- tai tilaelementeistä asentamisnopeuden ja tehokkuuden takia. CLT-elementtien käyttöaste on korkea ja lisääntyvä. Puukerrostalojen tuoma kehitys heijastuu myös pientalojen puolelle, sillä CLT-elementtejä on saatavilla monilta eri valmistajilta, jotka tekevät yhteistyötä pientaloja valmistavien yritysten kanssa. Suomalaisia pien- ja suurelementtivalmistajia ovat esimerkiksi Pyhännän Rakennustuote Oy, Metsä Wood, Stora Enso, Hoisko Oy, Lapwall Oy, Koskisen Suurelementti Oy sekä Celt Oy. Kaikki valmistajat eivät valmista elementtejään Suomessa, esimerkiksi Stora Enso valmistaa CLT-elementtinsä Itävallassa kahdessa eri tehtaassa (Stora Enso Oy 2015).

Yleisesti voidaan todeta, että esimerkiksi pientalojen suurelementtien tuotantoon peilaten ovat elementtien valmistuslinjastot olemassa ja käytettävissä. Elementtiteollisuuden teoreettinen kapasiteetti ei ole pientaloille näin ollen pullonkaula suur- tai tilaelementtien käytössä.

Ijäs (2013) on tutkinut väitöskirjassaan puuelementtien ja puurakennneosien saatavuutta. Tutkimuksessa on haastateltu laajasti kaikkia puukerrostalon rakentamiseen osallistuvia tahoja.

Tuloksien perusteella puuelementtiteollisuus antaa itselleen muista vastaajista selkeästi paremman arvosanan. Tutkimukseen vastanneet arkkitehti-, rakennuttaja- ja suunnittelutahot antavat päinvastoin puuelementtiteollisuudelle heikompia arvosanoja, ja esittävät kehitysehdotuksia puuelementtiteollisuudelle: Kyselyyn vastannut rakentaja haluaisi tehokkaampia ja teollisempia puurakenteiden valmistusmenetelmiä. Kyselyssä rakennusliikkeen edustaja totesi, että pientalojen valmistukseen suuntautuva elementtituotanto vaatii kehitystä. Vastannut arkkitehti näki puuelementtitarjonnassa puutteita ja nosti esiin kysymyksen, tulisiko ensin olla tarjontaa ja sitten kysyntää. Rakennesuunnittelijan mukaan puuelementtitehtaat eivät panosta rakenneseen kysynnän puutteen vuoksi. Puuelementtiteollisuus saa kritiikkiä ja arvostelua, sillä muut tahot vaativat kehitystä ja yhteistyötä. (Ijäs 2013)

Teknisille ja tuotantoteknisille tekijöille puuelementtiteollisuudessa teollisuus kokee, että esteinä rakentamiselle ovat modernien puuelementtivalmistajien puuttuminen, rakennejärjestelmien kehittämättömyys ja sarjavalmistuksen puuttuminen. Mahdollisuuksina teollisuus näkee puuelementtiteollisuudelle valmiiden järjestelmien kehittämisen, prosessien teollistamisen, standardoinnin ja tuotekehityksen. (Ijäs 2013)

Ruotsissa, jossa puuelementtiteollisuus on vastaavalla tasolla kuin Suomessa, on asuntorakentamiseen liittyvä puuteollisuuden kehitys keskittynyt pääasiassa kohti erilaisia esivalmistuksen muotoja. On muodostunut eräänlainen kolmiportainen tuotanto- ja toimitusketju: Ketjussa ovat 1) suuret urakoitsijat, jotka ostavat puukomponentteja (elementtejä) käytettäväksi työmailla muiden tuotteiden kanssa, mutta silti keskittyvät enemmän hankkeen rakennusprosessiin. 2) Toisena osapuolena ovat puukomponenttivalmistajat jotka tarjoavat esivalmistettuja komponentteja (elementtejä) urakoitsijoille. 3) Kolmantena ovat puurunkorakenteiden rakennuttajat jotka valmistavat komponentit (elementit) ja toimivat urakoitsijoina. Edellisistä luetelluista tekijöistä kaksi ensimmäistä keskittyvät suurelementteihin ja viimeisin tilaelementtien rakentamiseen ja niiden avulla rakentamiseen. Kehitystä tapahtuu siis markkinavetoisesti, kun toimijat 1 & 2 toimivat yhteistyössä elementtiteollisuuden kanssa. 3. toimija tuottaa omien ratkaisujensa mukaan kokonaisuuksia, ja soveltaa omaa tuotekehitystään. (Höök 2005)

Höök (2005) mukaan (tila)elementtien valmistajien vaikeudet liittyvät elementtitehtaiden tuotantolinjastoihin, joiden muokkaaminen mittatilauslementeille tai *ad hoc*-tyyppisille ratkaisuille lisää huomattavasti läpimenoaikoja ja kustannuksia. Tällöin rakentaminen ei ole kannattavaa varsinaisesti uusia tuotantotapoja ja niiden mahdollisuuksia on vaikeaa kehittää.

Uusien ratkaisujen tuominen – sitä kautta uusien keksintöjen – vetotehtäjäiden aikaansaaminen markkinoille on todettu haastavaksi. Varsinkin silloin, kun uusi tuote muokkaa alaa ja sen rakenteita. Tilannetta tulee verrata myös kappaleen 3.5.2 tuotantostrategioihin ja toimitusketjuihin: Moderni puuelementtirakentaminen mahdollistaisi uusia insinööripuuelementteihin nojaavia tuotantoteknisiä tapoja esimerkiksi townhouse-taloille. Puuelementtiteollisuuden tulee toimia kehityksen myötä enemmän yhteistyössä eri puuelementtitalojen toimitusketjujen osallisten kanssa, jotta uusien ratkaisujen ja sitä myötä uusien tuotantotapojen mahdollisuudet voidaan valjastaa laajempaan käyttöön. Kuten muidenkin pientalojen, myös townhouse-talojen tapauksessa tämä tarkoittaisi helpompaa tiedonhakua, suunnittelua, vakioituja ratkaisuja ja pienempiä materiaalikustannuksia yleistyvien ratkaisujen myötä. (Kiviniemi 1996; Kairi 2005; Smith ym. 2015)

3.7. Tuotantotapojen yhteenveto

Eri esiteltyjen tutkimustulosten valossa voidaan todeta, että teollisesti valmistettavien puupientalojen tuotanto edellyttää modernien rakennejärjestelmien käyttöä. Nämä puolestaan vaativat esivalmistusta ja hyötyjä enemmän, jos niissä voidaan käyttää uusia insinööripuutuotteita. Rakennejärjestelmillä ja innovatiivisilla tuotteilla on mahdollista suunnitella ja toteuttaa moduulirakentamiseen perustuvia ratkaisuja, joiden avulla voidaan saavuttaa toistoa ja sitä kautta mittakaavaetuja liittyen vakioituihin ja toistuviin ratkaisuihin. Moduuliratkaisuilla voidaan vastata massaräätälöinnin haasteisiin, mutta yksilöllisten ratkaisujen toteutukseen vaaditaan suoraa joustavuutta. (Laitinen 1995; Nykänen ym. 2017)

Fawcett ym. (2005) tiivistävät modernien rakennusjärjestelmien tutkimustuloksissaan järjestelmiä suosivat ja hankaloittavat tekijät taulukon 3 mukaisesti:

Taulukko 3. Projektien olosuhteet, jotka suosivat tai eivät suosi modernien rakennusjärjestelmien käyttöä. Lähde: Fawcett ym. 2005, muokannut Olli Koskinen.

Olosuhteet/tilanteet, jotka suosivat modernien rakennusjärjestelmien käyttöä	Olosuhteet/tilanteet, jotka eivät suosi modernien rakennusjärjestelmien käyttöä
Hankalat pohjarakennusolosuhteet (suosivat kevytrakenteisempia rakennuksia)	Myöhäiset muutokset suunnitelmissa
Ahtaat työympäristöt	Vakioitujen suunnitelmien puute tai suunnitelmat, jotka eivät sovellu moderneihin rakennusjärjestelmiin
Monikerroksisuus	Urakoitsijan/toimittajan myöhäinen valinta
Kattohuoneistot	Valmistajan kanssa sovitun yhteistyösopimuksen puute
Vaihtoehtoisten verhouksmateriaalien ja kattoratkaisujen soveltuminen	Vaatimus rakentamisen lykkäämisestä (modernit tavat sitovat rakennuskustannuksia aikaisessa vaiheessa hankkeita)

Esivalmistuksella ja uusilla puutuotteilla saavutetaan nopeampia tuotantoaikoja ja parempaa laatua. Arvontuotto on korkeampaa. (Bernstein 2011) Kääntöpuolena on alan vaativuus ja hinta, sillä materiaalien käyttö edellyttää osaamista ja tuotantopuoleen täytyy investoida. (Helamo 2015) Tietojen puute ja liian myöhä elementtirakentamiseen adaptoituminen voivat johtaa nousseisiin toteutuskustannuksiin ja huonoihin kompromisseihin. Siirtyminen perinteisestä puurakentamisesta hyödyntämään maksimaalista esivalmistusta ja moduulirakentamista vaatii rakenteellisia muutoksia toimitusketjuihin, liiketoimintamalleihin ja toimintatapoihin. (Höök 2005)

Esivalmistuksen ja modernien siirtotekniikoiden avulla tuotanto voidaan suorittaa hyvin loppuasteelle asti tehdasolosuhteissa. (Smith ja Rice 2015) Puurunkoisten rakennusten rakentaminen tehtailla vähentää työmaaintensiivisen rakentamisen sääriskejä ja pienentää tuotantokustannuksia. Platform-rakentaminen soveltuu puurunkoisten townhouse-talojen tuotantoon yhtä hyvin kuin kaikkien muidenkin pientalojen. Platform-rakennustavan edut vähenevät mitä useampikerroksiseksi ja monimuotoisemmaksi asuinrakennus rakennetaan. Hyvinä puolina townhouse-talojen rakentamiseen voidaan katsoa ahtaisiin paikkoihin soveltuvia työskentelytasoja, jolloin ahtaat olosuhteet tonteilla vähentyvät ja suurempien nostolaitteiden tarve on pienempi. (Thuesen ja Hyam 2011)

Käyttämällä lisäksi avointa elementtirakennusjärjestelmää mitoituseseen, voidaan townhouse-talo suunnitella käyttämällä RT-korttien mukaisia vakio-osia ja ratkaisuja niiltä osin, joilta ne townhouse-taloille sopivat. 2000-luvun taitteen platform-järjestelmät eivät kuitenkaan sovelleta esimerkiksi uusimpien insinööripuutuotteiden ratkaisuja. (Viljakainen ja Määttänen 1998).

Modulaarinen ja elementtipohjainen rakentaminen on yksilöllisesti kalliimpaa, mutta toistuessaan mittakaavaedun puitteissa se on edullisempaa kuin perinteinen tuotanto. Massaräätälöinti ja tuotantoalusta-ajattelu vaativat tarkkaa suunnittelua ja tuotanto- ja toimitusketjujen suunnittelua. Räätälöinti ja muunneltavuus tulee ottaa huomioon moduuli- ja elementtisuunnittelussa, sillä ne vähentävät modulaarisuutta. (Pero ym. 2015)

Esivalmistus, valmiskomponenttien käyttö, moduulirakentaminen ja massaräätälöinti vaativat etupainotteista suunnittelua. Mitä tehdasmaisempaa tuotanto on, sen valmiimmat suunnitelmat tulee ennen toteutuksen käynnistämistä olla. (Höök 2005; Legmpelos 2013)

4. Kustannukset, rakennuttamismuodot ja hallinnointi

4.1. Pientalojen kustannusten muodostuminen

Rakennustutkimus Oy (RTS Oy) seuraa pientalojen kustannuksia ja julkaisee vuosittain omakotitalojen rakennuttamiskustannuksia. Rakennuttamisen kohteena on vuosittainen indeksitalo, joka edustaa kaikkien rakennettujen omakotitalojen keskiarvoa mitoiltaan, ratkaisuiltaan, materiaaleiltaan ja kustannuksiltaan. RTS Oy:n (2017) mukaan kokonaiskulut nettoalaltaan 167m² kokoiselle indeksitalolle vuonna 2017 ovat noin 332000 euroa, josta materiaalien osuus oli noin 198000 euroa ja työn osuus noin 134000 euroa sisältämättä rakennuksen tontin hintaa. Neliöhinnaksi saadaan 1988€/nettom². RTS:n kustannusten jaottelussa hankkeen kustannukset on jaettu 20 alakohtaan, jotka on kategorisoitu viiteen kokonaisuuteen seuraavin kokonaiskustannusosuuksin:

1. Henkinen rakennuttaminen – 18,75%
2. Pohja- perustus ja pihatyöt – 16,05%
3. Runko- ja julkisivu – 25,69%
4. Sisätilat – 21,65%
5. Kodin tekniikka – 17,86%

Puuinfo Oy:n (2009) mukaan hieman laveammat lukemat rakennuttamiskustannuksille (1) on noin 5-10% (ei sisällä kaikkia RTS arvion osasta), rakentamiskulut (2-4) on noin 70-90%. Luvut eri teoksista tukevat toisiaan ylimalkaisesti.

Säterinmetsän townhouse-talojen kustannukset ovat olleet hinnoiltaan keskiarvon luokkaa (verraten rakentamisindekseihin). Malminkartanon kohteissa on päästy näitä kustannuksia hieman matalampiin lukemiin, vaikka esirakentamisen haasteet ja arvosteltu projektijohto nostivat rakentamisen hintaa. Jo mainitut Kalasataman hankkeiden korkeat rakentamiskustannukset johtuvat yksiköiden eksklusiivisuudesta ja kalliista ratkaisuista. Muista kohteista ei ole tarjolla toteutuskustannuksia.

4.2. Perinteinen omatoiminen rakentaminen

Perinteisillä rakennuttamismuodoilla tarkoitetaan omatoimirakennuttamista, jossa rakennuttaja on itse omatoimirakentajana tai tilaajana rakennuttamispalvelulle, eli rakennusurakoitsijalle kuitenkin niin, että omistaja toimii täysin projektin päällikkönä. Omatoimirakentamisella tarkoitettiin ennen ns. hartiapankkirakentamista eli rakentamista pääasiassa itse tai itse hankitulla työvoimalla. Käsite hartiapankkirakentaminen yleistyi Suomen jälleenrakennusvaiheessa 1940- ja 50-luvulla, mutta nykypäivän työelämässä ja talotekniikoiden kehityttyä on kokonaisvaltainen hartiapankkirakentaminen lähes mahdotonta. Omatoimirakentamisella voidaan nykyään katsoa tarkoitettavan työvoima-avusteista rakentamista, eli omatoimirakentajat osallistuvat osaamisensa, käytettävissä olevan työaikansa ja mahdollisuuksiensa mukaan mahdollisimman paljon rakennusprosessiin. (Helsingin kaupunki 2017c) Rakennuttamispalvelulla tarkoitetaan puolestaan sitä, että valtaosa rakentamisesta ostetaan palveluna rakentajilta, jotka rakentavat tilaajan suunnitelmien mukaisen lopputuloksen ilman, että tilaaja osallistuu rakennustöihin, vaikka hänellä olisi siihen mahdollisuus.

Pientalojen rakentamisessa suurin osa ratkaisusta ostetaan valmiina. Vuonna 2015 valmistuneista omakotitaloista noin 70% toteutettiin talopakettimuotoisena, ja edelleen tästä yli 51% avaimet käteen-ratkaisulla, eli rakennuttajat ostavat talon rakennustyöt talon hankinnan yhteydessä. Kun vielä huomioidaan yleinen kehitys, eli avaimet käteen-ratkaisujen osuuden jatkuva kasvu ja vuoden 2000-2016 aikana tapahtunut 10% lisäys talopakettien osuudessa, voidaan todeta, että omakotitalojen rakennuttaminen on muuttumassa pääsääntöisesti muuttovalmiiden omakotitalojen hankintaan. (Pientaloteollisuus ry 2016)

Townhouse-talojen tyyppisiä ja townhouse-talojen kanssa osin samoja ajatuksia jakavia talopakettiratkaisuja on olemassa jo muutamilla yrityksillä, esimerkiksi Jämerä Oy:llä (Jämerä Oy 2016) sekä yrityksillä, jotka tekevät yhteistyötä Helsinki-pientalojen kanssa (Helsingin kaupunki ja SPY ry 2011). Omatoimirakentaja voi rakentaa tai rakennuttaa tämän kaltaisia talopaketteja erilaisin valmiusastein rakentaen ne perinteisin omatoimisin keinoin. Pääkaupunkiseudulta esimerkiksi Helsingin kaupunki tarjoaa jatkuvasti vuokratontteja omatoimisille rakentajille ja kannustaa rakentajia valitsemaan ja soveltamaan Helsinki-pientaloja muun muassa helpomman rakennuslupakäsittelyn ja rakennusprosessin kulun avulla. Samalla Helsingin kaupunki toteaa Helsinki-pientalojen kelpaavan sellaisenaan useimmille vuonna 2017 haettavista vuokrattavista omakotitalotonteistaan. (Helsingin kaupunki 2017c; Helsingin kaupunki 2017d). Toisin sanoen asemakaavoituksessa ohjataan rakentamista suosimaan Helsinki-pientaloja tai niitä vastaavia pientaloja.

Aalto-yliopiston Uusi suomalainen unelmakoti? –julkaisussa (Huttunen 2015) listattujen asumiskyselyjen tulosten mukaan omatoimisen ”tee se itse”-rakentamisen sopivuus on melko alhainen. Täysin omatoimirakentamisella toteutettu pientalo sopisi hyvin vain noin 8% vastaajista ja 21% mahdollisesti. Valtaosa eli 71% ei pidä omatoimirakentamista itselleen sopivana rakentamismuotona. Kaaviossa 11 esitetään myös hyvin, että rakennuttajalta ostaminen sopisi hankintamuotona valtaosalle vastaajista.

Omatoiminen rakentaminen on rakentajalle kaikkein eniten aikaa sitovaa, mutta myös edullisinta, jos omalle työlle ei lasketa hintaa. Esimerkiksi kirjassa *Pientalon rakentamiskustannukset* (Hyttinen ja Tuttujew 2001) on laadittu kustannusarvio hyvin perinteisestä yksikerroksisesta, noin 100m² puurakenteisen harjakattoisen omakotitalon rakennushankkeesta, joka edustaa vuoden 1997 rakennusosa-arviota valtion asuntorahaston ohjeen mukaisesti (perustuen vuoden 2001 hintatasoon). Rakennusteknisten töiden, jotka omatoimirakentaja voi teoriassa suorittaa, osuus hankkeessa on 53276 euroa (316767 markkaa) koko hankkeen rakennusteknisten työ- ja hankintakustannusten 115618 eurosta (687436 markasta), eli noin 46%. Kun luvanvaraiset putki- ja ilmanvaihtotyöt sekä sähkötyöt lisätään hankkeen kuluihin, nousevat rakennuskustannukset 136642 euroon (812436 markkaan), josta itse suoritettavien töiden osuus on enää 39%. (Hyttinen ja Tuttujew 2001) Käännettynä rakennuskustannusindeksiin 2000=100 mukaan (2001 = 100,99, 2017 = 139,00) saadaan 2017 summiksi 73328 euroa, 159134 euroa ja 188070 euroa (Tilastokeskus 2017).

Mitä erikoisemmasta talosta puhutaan, sen enemmän valmiita osia ja tekniikkaa joudutaan hankkimaan usein myös asennuspalveluineen. 39% osuus on teoreettinen: Esimerkiksi 50% omaa työpanosta rakennustöistä voidaan pitää hyvin korkeana, eli koko hankkeen kannalta 19,5% osuutta. Omatoimisuuden panosta edellä mainitun puurakenteisesta esimerkkitalosta on eritelty edellä mainitussa kirjassa kaavion 8 mukaan:

AVAIMET KÄTEEN 800 000 mk

RAKENNUTTAMISTEH-
TÄVÄT 200 TUNTIA.
MENOT
OMATOIMISESTI
RAKENNUTTAMALLA
750 000 mk



TYÖMAAN HOITO 500 TUNTIA

MENOT OMATOIMISESTI
RAKENTAMALLA 650 000 mk



RAKENNUSTÖITÄ 500 - 2500 TUNTIA
(30 - 80 %)



MENOT, KUN RAKENNETAAN HARTIAPANKILLA
550 000 - 600 000 mk



PUUTAVARAA MENOT OMALLA PUUTAVARALLA 500 000 mk

Kaavio 8. Esimerkkihankkeen omatoimirakentamisen vaikutuksia kustannuksiin. Lähde: Hyttinen ja Tuttujew 2001, muokannut Olli Koskinen.

Kaavio 8 tuntilistauksissa on huomioitu, ettei omatoimirakentaja edusta alan ammattilaista, jolloin tunteja töiden suorittamiseen kuluu huomattavasti enemmän kuin ammattityöntekijöillä. Huomioiden kuvassa listatut tunnit ja laskemalla niille omatoimirakentamisen tuntipalkkaa, voi nopeasti huomata, että omatoimirakentamisessa sitoutuu helposti valtaisa määrä omaa työtä hyvin nopeasti, jos sillä haetaan kustannussäästöjä.

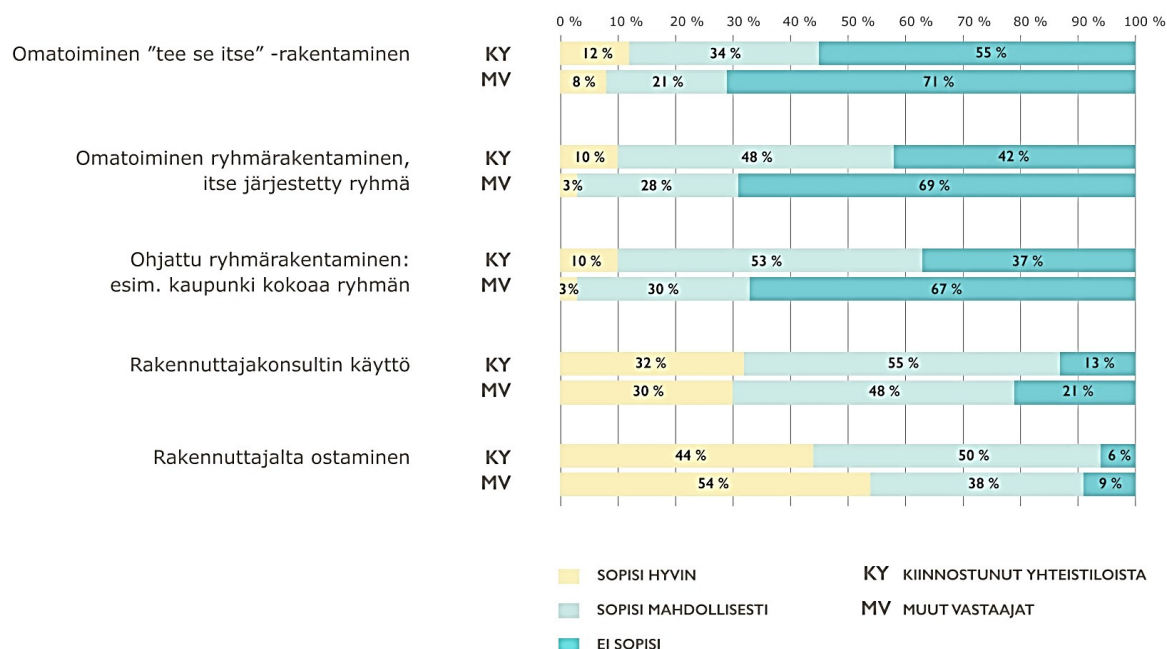
Kilpailuviraston selvityksessä on nostettu esille omatoimirakentamisen esteitä seuraavasti:

Omakotirakentajan ja -rakennuttajan näkökulmasta pientalorakentamisen keskeisiä esteitä ja ongelmia ovat tehtyjen selvitysten mukaan ainakin seuraavat: 1) puute kohtuuhintaisista pientalotonteista tai maa-alueista, 2) oma osaaminen ei riitä eikä ammattitaitoisia tekijöitä ole saatavilla eikä tiedetä kuka palvelee omakotirakentajaa tai -rakennuttajaa, 3) rakennuttamistaidoissa ja sopimustekniikassa on puutteita (mm. projektin johto, prosessinhallinta, vastuukysymykset), 4) kilpailu alalla ei toimi kunnolla siinä mielessä, että tuotteiden ja talopakettien sisällöt ja hinnat eivät ole vertailtavissa ja 5) pientalojen käyttö- ja huoltotaidot ovat puutteelliset ja helppoa pientaloasumista hakeville on tarjolla vain vähän palveluita. (Ahonen ym. 2008, s. 46)

Yleisesti omatoimirakentamisesta voidaan todeta, että se on rakennuttamismuotona pientalorakentajalle työläin, mutta edullisin muoto. Edullisuus tulee punnita, sillä mikäli oma osaaminen arveluttaa ja rakennushankkeen sitomat omat työpanokset syövät tunteja esimerkiksi ansiotyöltä, voi omatoiminen rakennuttaminen kostautua helposti suunniteltua kalliimmaksi ratkaisuksi. (Hyttinen ja Tuttujew 2001) Esimerkiksi Säterinmetsän kohteissa vuoden 2015 indeksiin verrattuna hinta talojen keskimääräinen rakennusneliöhinta vastaisi noin 1500€/rak.m². Kappaleessa 4.1 esiteltyjen nettoneliöhintojen perusteella rakentaminen on ollut hieman keskivertoa edullisempaa tai melko samalla tasalla.

JOS OLISIT RAKENTAMASSA PIENTALOA, KUINKA HYVIN SINULLE SOPISIVAT SEURAAVAT RAKENTAMISEN TAVAT? VASTAUKSET YHTEISTILAKIINNOSTUKSEN MUKAAN.

Verkkopanelistien aineistossa yhteistiloista kiinnostuneita oli 27 %, muiden osuus 73 %.



Kaavio 9. Aalto-yliopiston Suomalainen unelmakoti-kyselyn tuloksia. Lähde: Aalto-yliopisto: Uusi suomalainen unelmakoti? 2015.

4.3. Ryhmärakennuttaminen

Ryhmärakennuttaminen tarkoittaa nimensä mukaisesti rakennuskohteen tai -kohteiden rakennuttamista ryhmävetoisesti, jossa ryhmän jäsenet ovat pääsääntöisesti tulevia kohteiden asukkaita. Ryhmärakennuttamishankkeille on olemassa erilaisia rakennuttamismuotoja. (Helsingin kaupunki 2012) Ryhmärakennuttajat voivat käynnistää hankkeita tai liittyä esimerkiksi rakennuttajakonsultin valmistelevaan rakennushankkeeseen (Ryhmärakennuttajat ry 2013).

Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2012) mukaan ryhmärakennuttaminen voidaan jakaa omatoimiseen ryhmärakennuttamiseen, omaehtoiseen ryhmärakennuttamiseen ja rakennuttajakonsulttivetoiseen ryhmärakennuttamiseen. Näistä ensimmäinen on toteuttajana toimivan rakentajan eli ryhmän täysin rakennuttama: ryhmä vastaa sekä hankkeen suunnittelusta, rakentamisesta ja koko hankkeen koordinoinnista. Malli kuormittaa ryhmää paljon, sillä ryhmä on samalla vastuussa koko hankkeesta sekä rakennustöistä. Käytännössä erona omatoimirakentamiseen on, että ryhmä rakentaa samassa rakennushankkeessa kaikki hankkeet yhdessä, jolloin etua syntyy suuremmista massoista ja rakentamisen samanaikaisuudesta.

Omaehtoisessa mallissa rakennustyöt annetaan ammattimaisten urakoitsijoiden suoritettaviksi. Ryhmän jäsenet kilpailuttavat näin ollen koko rakennuksensa (tai vaihtoehtoisesti urakan osissa oman) tonttinsa osalta. Jos kyseessä on asuntoyhtiömuotoinen ryhmärakennushanke, voidaan urakkasopimukset laatia perustetun asuntoyhtiön nimissä yhtiölle. Vaihtoehtoja on useita. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012)

Rakennuttajakonsulttivetoisessa ryhmärakennusmallissa ryhmän rakennuttajakonsultti toimii ryhmänjohtajana ja myös edustaa ryhmää. Rakennuskonsultit hankkivat itselleen rakennettavia tontteja, valmistelevat rakennushankkeen ja laativat alustavia suunnitelmia. Konsultti kokoaa ryhmärakennuttamisesta kiinnostuneen ryhmän hankkeen ympärille ja määrittelee hankkeen toimintaperiaatteet. Ryhmä tekee konsultin kanssa konsulttisopimuksen ja maksaa konsultille palkkiota hänen toimiessa hankkeessa edunvalvojana ja huolehtien rakennustyön johtamisesta. Konsultti hoitaa hankkeen rakennuttamistehtävät: Konsultin työtehtäviin kuuluvat suunnittelun ohjaus, urakoiden kilpailutukset, valvontatöitä ja päätösten valmistelut. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012; ryhmärakennuttamislaki 6-9 §)

Ryhmälle konsulttivetoisuus antaa rakennuttajavetoisia hankkeita paremmat mahdollisuudet vaikuttaa tulevan asuntonsa suunnitteluun, sillä konsultti ei toimi rakennettavan hankkeen omistavana tahona toisin kuin gryndauksessa. Lisäksi mallissa rakennettavat kohteet perustuvat omakustannusperusteisempaan hintaan kuin esimerkiksi puhtaissa perustajaurakointihankkeissa. Kolmesta vaihtoehdosta asukkaille selkeästi helpoin on rakennuttajakonsulttivetoinen hanke, sillä hanketta johtaa rakennusalan ammattilainen. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2012)

Kaavion 11 mukaan ryhmärakennuttaminen ei vaikuta suositulta mahdollisuudelta, sillä suurelle osalle vastaajista vaihtoehto joko mahdollisesti sopisi tai ei sopisi – hyvin sopivien vastaajien määrä on vähäinen. Rakennuttajakonsultin käyttö vaikuttaa puolestaan suurelle osalle vastaajista hyvältä vaihtoehdolta.

Kaupungit haluavat edistää ryhmärakennuttamista, koska sillä tuotetaan asukaslähtöistä asumista. Esimerkiksi Helsingin kaupunki oli varannut vuonna 2011 tontteja 340 asunnon edestä (noin 31000k-m², mm. Kalasatama, Jätkäsaari, Ormuspelto, Alppikylä, Myllypuro, Suutarila). Suuri osa tästä massasta on jo jaettu (2017), mutta uusia alueita kaavoitetaan jatkuvasti lisää.

2015 ryhmärakennuttamislakia muutettiin niin, että ryhmärakennuttamisen markkinointivaiheessa ryhmän osallistumismaksu voi olla korkeintaan 30-100 euroa per asuinneliö: Asukasvetoisissa hankkeissa maksu saa olla enintään 10000 euroa per asunto ja 100 euroa per neliö. Konsulttivetoisissa hankkeissa maksut ovat suurimmillaan 30 euroa per neliö ja 3000 euroa per asunto. (Mead, Jalli ja Sivunen 2013; ryhmärakennuttamislaki 6 §) Ryhmärakennuttamista harjoittaneet rakennuskonsultit ovat kritisoineet tapahtunutta lakimuutosta. Useissa kohteissa pääkaupunkiseudulla ryhmärakennuttamisen konsulttina on toiminut Conect Oy (Mead ym. 2013), joka kuitenkin uuden ryhmärakennuttamislain ja sen asettamien korkeiden vaatimusten tultua voimaan, on todennut, ettei rakennuttajakonsulttina toimiminen ole enää heille kannattavaa liiketoimintaa eikä ryhmärakennuttamisella päästä enää niin järkeviin rakennuskustannuksiin kuin aiemmin. (Aatsalo. 2016) Rakennuttajakonsulteilta vaaditaan suuria vastuuvakuutuksia: Ryhmärakennuttamislaisissa mainitaan, että vastuuvakuutuksen vakuutusmäärän on oltava vähintään kolme kertaa sovitun palkkion määrä (ryhmärakennuttamislaki 15 §).

Aatsalon (2016) artikkelissa Conect Oy:n toimitusjohtaja Jukka Lauri toteaa, että uudet ryhmärakennuttamislain ja asuntokauppalain kovemmat urakkasopimusehdot ovat rajuja urakoitsijoille. Hänen mukaansa kokonaishankinta-arvosta yli 1 % arvoisten rakennusurakoiden tulee saada taakseen pankkivakuus. Esimerkiksi 5000000 euron hankkeissa jo 50000 euron osaurakkaa rakentavan asentajan on voitava antaa työstään pankkivakuus. Vakuuden on oltava voimassa koko hankkeen toteutuksen ajan. Lauri mainitsee myös, että uuden ryhmärakennuttamislain tultua voimaan 2015 ovat kasvaneet vastuu- ja rahoitushaasteet vaikeuttaneet ryhmärakentamista entisestään, ja tätä myötä uudet ryhmärakentamishankkeet ovat verrannollisia jo markkinahintaisiin muihin hankkeisiin.

Saksassa ryhmärakennuttaminen on suosittua. Sille on olemassa erilaisia muotoja, kuten vapaat yksityiset rakennusryhmät, valvotut yksityiset rakennusryhmät, osuuskunnat ja yhdistykset. Eri toteutustavoille yhteinen piirre on kustannustehokkaiden ja yksilöllisten ratkaisujen löytäminen. Rakennusryhmät omaksuivat 1990-luvun lopulla yhdeksi kohteekseen omatonttiset kytketyt kaupunkipientalot, jotka soveltuivat erittäin hyvin ryhmärakennuttamiseen. Saksassa townhouse-taloja toteutetaan ryhmärakennuttamalla kahdella eri tavoitteella: niillä pyritään tuottamaan yksilöllisiä taloja (kuten Säterinmetsässä ja Teeri-Villilässä) tai hyödyntämään yhteistä suunnitelmaa ja yhteneviä ratkaisuja (kuten Violanpuistossa). (Ullrich 2014)

Saksassa esimerkiksi Stuttgartissa on ryhmärakennuttamisella todettu saatavan 25-30% kustannussäästöjä hankkeiden kokonaiskustannuksissa (Schuster 2005), jonka vastapainoksi ryhmärakennuttamisen on todettu tällöin vaativan noin 20% enemmän työtä rakennuttamisprosessiin liittyen (Ullrich 2014).

4.4. Rakennuttajalta ostaminen

Kaavio 9 mukaan rakennuttajalta ostaminen vaikuttaa hyvin ja mahdollisesti sopivalta vaihtoehdolta pientalon hankkimismuodolta yli 90% vastaajista. Rakennuttajalta ostaminen tarkoittaa valmiin talon ostamista tai talopakettin hankintaa, jossa rakennuttaja toteuttaa rakennuksen sovitulle valmiusasteelle. Hankinta voi tarkoittaa myös ennakkomarkkinoinnissa olevaa kohdetta tai rakenteilla olevaa kohdetta. Käytännössä tässä vaihtoehdossa ostaja ostaa valmiin tuotteen, jonka yksityiskohdista voidaan sopia tapauskohtaisesti rakennuttajan kanssa, joka hoitaa kohteen rakennuttamisen kokonaan. Vaihtoehto on selkeästi yleisin tapa pientalorakentamisessa, kuten kohdassa 4.2 todettiin.

Townhouse-talon ostaminen rakennuttajalta on tämän työn laatimishetkellä haastavampaa kuin muiden pientalojen. Valmiita talopaketteja tarjoaa Jämerä Oy. Muita valmistaloja tulee etsiä ulkomaisilta talotarjoajilta, tai aloittaa hankesuunnittelu yhteistyössä suunnittelijoiden ja rakentajien kanssa. Rakennusliikkeet voivat rakentaa myös townhouse-kohteita ja myydä niitä esimerkiksi ennakkomarkkinoimalla, jolloin ostajat pääsevät vaikuttamaan esimerkiksi yksilöllisiin toiveidensa mukaisiin ratkaisuihin sisätiloissa ja huonejaoissa. Rakennuttajalta ostamisessa voidaan yleisesti todeta asukkaalla olevan vähiten vaikutusmahdollisuuksia, ellei kyseessä ole täysin omien suunnitelmien mukaan toteutuva hanke. Kääntöpuolena on rakennuttamisen helppous, sillä vaihtoehto ei kuormita hankkijaa merkittävästi verrattuna muihin rakennuttamismuotoihin.

Säterimetsän asukkaille suunnatussa kyselyssä alueen omakotirakennuttajilta kysyttiin heidän mielipidettään siitä, olisivatko he olleet kiinnostuneita Säterinmetsän kohteista, jos he olisivat voineet vaikuttaa talon suunnitteluun, mutta tontit olisi toteutettu yhtiömuotoisesti. 15 vastaajasta kolme ilmoitti olleensa silti kiinnostunut alueesta, mutta yksikään ei olisi ollut kiinnostunut täsmälleen samanlaisen talon ostamisesta valmiiksi rakennettuna. Oman tontin ja vaikuttamismahdollisuuden roolia pidetään siis tärkeänä. (Fogelholm 2003)

4.5. Hallinnointi

Townhouse-talojen piirteet mahdollistavat taloille erilaisia hallintamuotoja. Vaihtoehtoja ovat täysin omakotitalomaisuus (oma tontti ja talo) tarvittaessa erilaisin rasisopimuksin, toisena vaihtoehtona ovat taloyhtiömuotoisuus (erillis- ja rivitalomaisuus), Taloyhtiöissä yksiköitä voidaan käsitellä erilaisin perustein, esimerkiksi niin, että jokainen vastaa omista asunnoistaan ja pihoistaan, mutta yhtiöllä on yhteinen kaukolämmitysjärjestelmä ja kiinteistö- sekä sähköliitännät. Muuttujina järjestelyissä ovat tontin ja talon hallinta ja huoltojärjestelyt, vastikeperusteet, liitännät ja tekniset järjestelmät kuten lämmitys ja jäähdytys. Erilaisia kombinaatioita on siis useita.

Erilaiset taloyhtiön tuomat edut ja näiden muodostamat kulut ovat tapauskohtaisia, sillä harva townhouse-taloyhtiö on täysin vertailukelpoinen toisten kanssa johtuen eri tyyppisistä ja kokoisista asunnoista, pihoista ja palveluista. Tavoitteena on asumisen helppouden parantaminen. Esimerkiksi Asukasbarometri 2016 -raportissa todettiin, että taloyhtiömuotoiselle pientaloasumiselle on enenevissä määrin tilausta; omakotitalon huoltotoimien ja rasittavuuden jakautuminen sekä huoltopalveluiden halvempi ryhmähinta ovat hyviä kannustimia yhtiömuotoiselle asumiselle. Townhouse-taloissa naapurien suhde toisiinsa muistuttaa rivitaloa johtuen kiinni rakentamisesta, jolloin esimerkiksi taloyhtiömuotoinen asuminen on luontaista.

Erilaiset hallintamuodot määräävät myös eri rakennuttamisvaihtoehdot. Omakotitalotyyppinen townhouse voidaan rakentaa omatoimisella rakentamisella sen ollessa oma kiinteistönsä, ryhmärakennuttamisella tai se voidaan ostaa rakennuttajalta. Taloyhtiömuotoinen townhouse-kokonaisuus puolestaan ei voi olla omatoimisesti rakennettu, vaan yhtiö joko ryhmärakennuttaa koko hankkeen kiinteistön tai ostaa sen kokonaisuudessaan osissa yhdeltä tai useammalta rakennuttajalta.

Ryhmärakennuttamisella voidaan tähdätä erilaisiin lopputuloksiin. Esimerkiksi rakennuskonsulttivetoisessa ryhmärakennuttamisessa lopullinen kokonaisuus voi olla taloyhtiö tai useasta omakotitalosta muodostuva townhouse-kokonaisuus. Yksityishenkilöt voivat esimerkiksi hakea viittä vierekkäistä tonttia ryhmänä kaupunkien tonttihaussa, jonka jälkeen he hoitavat ryhmässä talojen rakennuttamisen. Ryhmän yhtiön tehtävät päättyvät talojen luovutukseen, jonka jälkeen hallinta siirtyy rakennettujen omakotitalojen omistajille. Vastaavasti yhtiö voi jatkaa toimintaansa luovutuksesta eteenpäin taloyhtiönä. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2012) julkaisussa todetaan, että rakennuttajien kannalta paras toteutustapa on asunto-osakeyhtiö.

5. Case-tutkimus: Esikaupunkikortteli 2020

5.1. Esittely ja projektin vaiheet

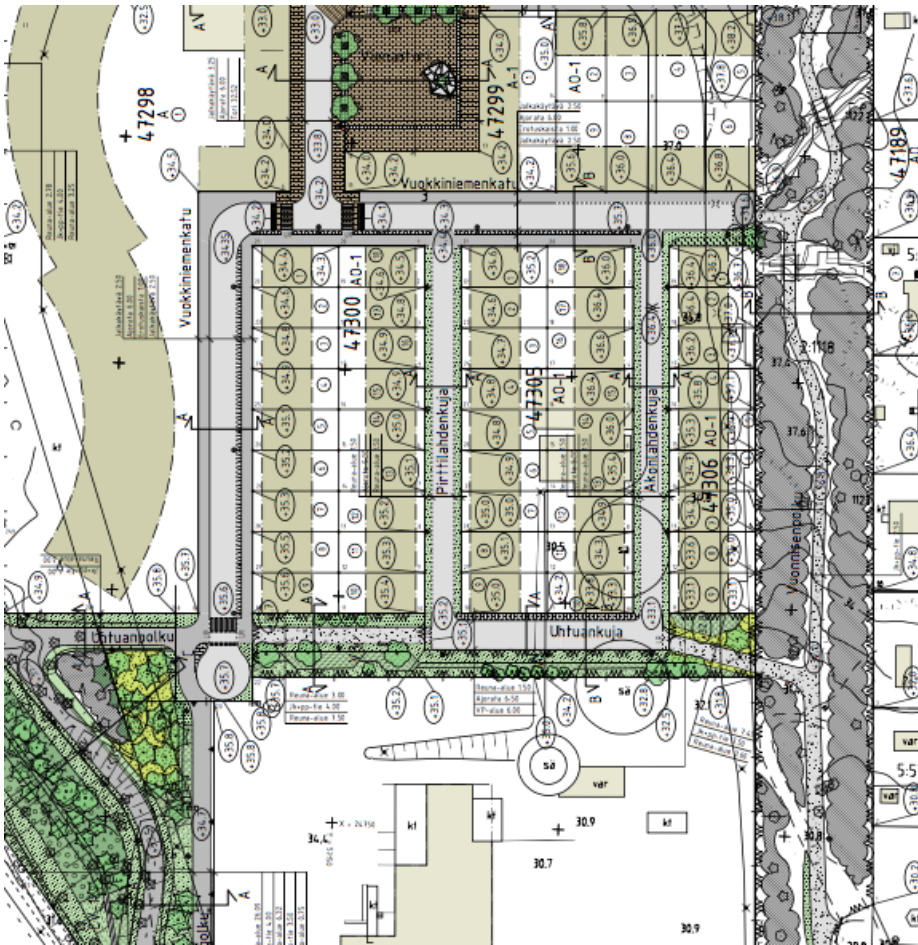
Tässä case-tutkimuksessa tarkastellaan Esikaupunki 2020-korttelin rakennuttamisprosessia. Kortteli sijaitsee Helsingin Vartiokylässä Myllymestarintien (Kehä 1) ja Kontulantien liittymän lähellä Pirttilahdenkujan ja Akonlahden kujan välissä. Korttelin numero on 47305, ja se on kaavoitettu 18:sta omaksi tontiksi.

Esikaupunkikorttelin ovat suunnitelleet yhdessä Aalto-yliopiston Taiteen ja Suunnittelun Korkeakoulun valitut opiskelijat Kaupunkirakentamisen studio-kurssilla. Myös yhteistyöyritys, joka toimii tulevan korttelin rakennuttajana, on osallistunut suunnitteluun. Kurssilaisten tehtävänä oli suunnitella edellä mainitulle korttelille yhteensä 18 pientaloa, jotka ovat malliltaan townhouse-taloja tai sen tyyllisiä. Kortteli on suorakaiteen muotoinen ja sen kaikkia reunoja sivuavat ajotiet.

Tapaustutkimuksen aineistona on käytetty mainitun kurssin aineistoa, Aalto-yliopiston aikaisempia tutkimuksia townhouse-taloista, suunnittelijoilta saatua aineistoa, projektin koordinaattorin, Helsingin kaupungin edustajan, yhteistyöyrittäjän ja suunnittelijoiden haastatteluja. Kohdekorttelin aineistoa on tutkittu välineellisillä menetelmillä, eli tarkoituksena on ollut saada tietoa erilaisten ratkaisujen ja reunaehtojen kausaliteeteista: minkälaisia haasteita hankkeeseen on liittynyt, miten haasteet on ratkaistu ja miten niitä voidaan vastaavanlaisissa tilanteissa välttää. Toisin sanoen ottamaan oppia eri ongelmista, joista oppimalla vastaavanlaisia hankkeita voidaan tuottaa kustannustehokkaammilla konsepteilla.



Kuva 21. Korttelin 47305 sijainti. Kuvassa lännestä etelään kääntyy Muurimestarintie (Kehä 1), josta lähtee liittymä koilliseen Kontulantielle. Kortteli 47305 sijaitsee oikealla näkyvän maa-alueen keskellä suorakaiteen muotoisena. Lähde: Aalto-yliopisto 2016, muokannut Olli Koskinen.



Kuva 22. Kortteli 47305 ja tonttijako. Lähde: Aalto-yliopisto 2016.

Alla lainaus kurssin tehtävänannosta:

”Tavoitteena on suunnitella Helsingin Vartiokylään pienimittakaavainen esikaupunkimainen asuinkortteli, joka kaupunkirakenteen ja -kuvan sekä asumismuotonsa osalta hyödyntää esikuvansa, eurooppalaisen kaupunkipientalon perinteitä, mutta samalla etsii ja kehittää suomalaisen kaupunkipientalon mallia.

Studiassa tutkitaan ja kehitetään siis arkkitehtonisesti korkeatasoisia malleja ja konsepteja asuinkorttelille ja asuintalotyypille, jonka ominaisuuksia ovat yhtenäinen katuseinämä, asuntojen monikerroksisuus, oma sisäänkäynti kadulta ja pihalta, asuntojen suora suhde katuun, etu- ja/tai takapihat, mahdolliset yhteistilat ja pysäköintiratkaisut ja monia muita kaupunkikuvaan, asumiseen ja rakentamiseen liittyviä kysymyksiä. Samalla asuin- korttelin halutaan sisältävän uusia energiatehokkuutta lisääviä ja päästöjä vähentäviä toiminnallisia ja teknisiä ratkaisuja. Korttelin halutaan myös toimivan pysyvässä tutkimusten alustana ja näyttävän tietä laadukkaiden uusien talotyyppologioiden juurtumiselle suomalaiseen asumisen kirjoon.”

Lisäksi tehtävänannossa kirjoitetaan suunnittelualueesta:

”...Samoin lähtökohtana on townhouse-talotyyppi ja sen keskeiset ominaisuudet, jotka luovat alueelle asema- kaavassa tavoitellun kaupunkikuvallisen ilmeen, rytmiikan ja mittakaavan. Näitä ominaisuuksia ovat:

- *toisiinsa kiinni rakennetut tai kytketyt asunto/taloyksiköt (muodostavat yhtenäistä katuseinämää)*
- *asunto/taloyksikköjen monikerroksisuus (asemakaavan puitteissa)*
- *asunto/taloyksikköiden yksilöllinen ilme (rytmiikka)*
- *omat sisäänkäynnit kuhunkin asuntoyksikköön kadun (ja pihan) puolelta*
- *omat asuntokohtaiset etu- ja/tai takapihat*
- *mahdolliset asuntokohtaiset kellaritilat*

Asemakaavamääräyksistä sitovia ja siten suunnittelussa noudatettavia ovat:

- *korttelien ja katualueiden rajat*
- *korttelin kokonaisrakennusoikeus $2\,250\text{ km}^2$ (+-5%)*
- *kerrosluku korkeintaan II 1/2 (= kolme kerrosta, ylin puolet maantason /toisen kerroksen alasta)*

Korttelin asemakaavan mukaista tonttijakoa tai asuntomäärää ei tarvitse noudattaa. Lähtökohtaisesti korttelista muodostetaan yksi tai kaksi tonttia ja korttelin rakennukset suunnitellaan yhtenä tai kahtena yhtiönä, jolloin vierekkäisiä kiinteistöjä koskevat määräykset (mm. RakMK E1) eivät rajoita suunnittelua.

Muista määräyksistä, kuten esim. rakennusalan rajoista voi ottaa vapauksia ja ulkoista arkkitehtuuria tai julkisivumateriaaleja koskevat määräykset eivät sido kurssin suunnitelmia.

Tehtävänä on siis ideoida ja tutkia suunnittelun keinoin kaupunkipientaloasemakaavaan soveltuvia pientalotyyppisiä, jotka toteuttavat sekä asemakaavan kaupunkikuvallisia ja -rakenteellisia tavoitteita että townhouse-tyyppisen asumismuodon keskeisiä ja tärkeitä ominaisuuksia, mutta samalla tarjoavat erilaisille asutuskunnille yksinasujista monilapsisiin etnisiin perheisiin mahdollisimman monipuolisen asuntovalikoiman.”

Tehtävänannossa rajattiin lisäksi, että pientalot tulee suunnitella puurakenteisiksi. Kurssilla tutkittiin myös erilaisia asumisen ja energian ratkaisuja sekä kasvihuonepäästöjen vähentämisen mahdollisuuksia teollisesti rakennettavassa puukorttelissa.

Kurssin vastuuopettajina toimi kaksi arkkitehtuurin professoria, joista toista haastateltiin tämän työn tutkimuksien yhteydessä. Kurssin loppupalautuksista on arvioitu toteutuskelpoisimpia vaihtoehtoja, joita on lähdetty yhdessä toteuttavan yrityksen, opiskelijoiden ja professorien muodostaman ohjausryhmän kanssa jatkokehittämään kohti lopullisia suunnitelmia. Lopullinen toteutus tulee olemaan yhdistelmä kolmesta eri kokonaisuudesta. Kokonaisuudessa yhdistyvät kaksi eri townhouse-rakennusmassaa sekä toiseen näistä yhdistyvä, townhouse-tyyppisiä asuntoja sisältävä puurunkoinen pienkerrostalo. Aalto-yliopiston kolme maisteritason rakennussuunnittelun arkkitehtiopiskelijaa pääsivät kehitysvaiheeseen, ja vuodenvaihteen 2016-2017 jälkeen he alkoivat kehittää suunnitelmiaan yhdessä eri suunnittelijoiden ja rakennuttajan edustajan kanssa. Rakennuttajan edustajia haastateltiin tämän diplomityön merkeissä liittyen sekä tapaustutkimuksen kortteliin ja toteutustapoihin että townhouse-taloihin.

Yhdessä haastatteluista selvisi, että projekti on eräänlainen Helsingin kaupungin ja rakennuttavan yrityksen kehityshanke, jossa yritykselle on annettu rakennettavaksi korttelillinen townhouse-taloja. Myöhemmin yhteistyökumppani ja Helsingin kaupunki tutkivat, miten townhouse-rakentaminen yrityksen rakennuttamana onnistui, ja minkälaisia kehitysehdotuksia tästä saadaan. Sekä yhteistyöyritys että kaupunki haluavat tutkia, onko korttelissa jatkokehityskelpoisuutta tarpeeksi, jotta kortteleita voitaisiin tuottaa myöhemmin laajemmassa mittakaavassa ja konseptoida.



Kuva 23. Alkuvaiheen suunnitelmia kolmesta eri talorivistä. Lähde: Palomäki ym. 2017.

Jo kurssin suunnitteluvaiheen aikana syksyllä 2016 poikettiin alkuperäisistä asemakaavan määräyksistä. Alkuperäinen asemakaavavaatimus esittää, että alueelle rakennetaan kolmeen riviin kytkettyjä kaupunkipientaloja ja jokaiselle pienelle tontille on mahdollista rakentaa 125k-m². Kurssilla esitettiin, että tontit yhdistetään pohjoinen-eteläsuunnassa kolmeksi suuremmaksi kokonaisuudeksi (ja näin taloyhtiöiksi) niin, että rakennusoikeus säilyy samana ($9 * 125\text{k-m}^2 = 1125\text{k-m}^2$). Perusajatus on, että talot rakennetaan näin kolmeksi eri yhtiöksi, jolloin eri rakennusten variaatiot, rakentaminen ja hallinnointi ovat helpompia toteuttaa. Kahden vierekkäisen tontin väliin sovitetaan näin pihakuja, joka helpottaa sekä rakentamis- että asumisvaiheessa pihaille pääsyä.

Kurssin jälkeen on suunnittelu edennyt mallilla, jossa mainitut kolme tonttia toteutetaan kolmella erilaisella suunnitelmalla. Kunkin kokonaisuuden on laatinut eri opiskelija, kuten kuvassa 23. Suunnittelukokouksissa projektia rahoittava taho Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA), Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston ja rakennuttajan kommenttien perusteella suunnitelmia kehitettiin ja erikoissuunnittelijat liittyivät projektiin tekemään rakenne- ja LVIS-suunnitelmia. Helsingin rakennusvalvonta hyväksyi suunnitelmat ja rakennuslupamateriaalin kehittäminen lähti käyntiin toukokuussa 2017.

Vaikka suunnitelmia kehitettiin eteenpäin ajatuksella, että rakennukset muodostuisivat tilaelementeistä, palattiin kesäkuun puolivälissä takaisin suunnittelupöydälle:

Tilaelementtien ja suurelementtien kädenvääntöä käytiin liittyen tonttien maastonmuotoihin (esteettömyyden vaikutukset) ja harjakattojen arkkitehtonisen tilallisuuden takia. Tilaelementillä on vaikeaa toteuttaa yli tilaelementin meneviä ratkaisuja, jolloin harjakatto tulee joka tapauksessa toteuttaa suurelementein tai erillisillä kattorakenne-elementeillä. Suunnitelmat etenivät tästä eteenpäin suurelementteinä.

Aalto-yliopistolla ja yhteistyöyrityksellä on lisäksi aikomuksena pitää yksi asunnoista hallinnassaan, jotta asumisen alkuvuosilta saadaan tietoa. Tarkoituksena on seurata tiettyjä asumisen mittareita, kuten energiankulutusta myös muissa asunnoissa, ja tulevien asukkaiden toivotaan sitoutuvan toimittamaan kulutustietoja tutkimustarkoituksiin.

5.2. Suunnitelmat ja rakenteet

Liitteenä 1 esitellyistä rakennepiirustuksista selviää alustavia rakenneratkaisuja, jotka on laatinut toukokuussa 2017 rakennesuunnittelija rakennuskonsulttiyrityksestä. Ratkaisuissa näkyy voimakas teollisesti valmistettujen puurakenteiden käyttö: Kaikissa seinärakenteissa (paitsi väliseinä VS3) käytetään CLT-elementtejä. Myös yläpohjat, välipohjat ja alapohjat käyttävät eripaksuisia CLT-elementtejä. Ajatuksena on, että kaikki rakenteet perustuvat CLT-levyjen käyttöön, olivatpa ne tila- tai suurelementtejä. Rakenteissa kustannuksiin oleellisesti vaikuttavia tekijöitä ovat lisäksi palomääräysten aiheuttamat lisärakenteet: väliseinärakenne VS1, yläpohja YP1, välipohja VP1 ja ulkoseinärakenne US1 sisältävät palonsuojakipsilevytyksen, joka palomääräysten takia tulee asentaa, vaikka CLT-elementti täyttää asuinrakennustyypille riittävät palomääräykset sellaisenaan.

Rakennesuunnitelmissa suunnitelmat perustuvat toistaiseksi tilaelementteihin ja näin moduulisuuennitteluun, jossa eri rakennukset koostuvat moduuleista. Muutos suurelementteihin mahdollistaa erilaisia kantavia rakenneratkaisuja, jolloin moduulien väliset seinät voidaan mitoittaa eri tavalla. Tavoitteena on minimoida turha CLT:n käyttö, sillä CLT on perinteiseen sahatavaraan nähden huomattavasti kalliimpi materiaali. Näin parannettaisiin rakennusmateriaalikustannuksia.

Taloyhtiömuotoisesta hallintarakenteesta seuraa, että huoneistojen väliset väliseinät VS1 voidaan mitoittaa REI60-palomääräyksille. Omakotitaloratkaisu vaatisi yksiköiden välille rakennettavaksi REI120-vaatimukset täyttävät palomuurit, jotka jatkuisivat yksiköiden kattopinnoista yli 30cm korkeudelle. Nyt ratkaisua ei tarvita. Lisäksi yhdistetyt tontit erillisten tonttien sijaan parantavat kustannustehokkuutta yhteisen tontin ja asunto-osakeyhtiön puitteissa. Asuntoja palvelevat toiminnot on mahdollista yhdistää tonttikohtaisesti niin, että säästetään turhia tiloja ja voidaan rakentaa yhteisiä järjestelmiä, kuten lämmitysjärjestelmä ja lämmönjakohuoneet, sähköpääkeskukset ja esimerkiksi yhteissaunat.

Yhtiömuoto mahdollistaa myös yhteiset perustukset. Rakennuttajan haastattelussa todettiin, että yrityksen suunnitelmissa on toteuttaa kaikki perustukset kerralla käyttäen yhtä urakoitsijaa. Näin nopeutetaan ja yhtenäistetään perustusten rakentamista ja yksikköä kohden muodostuvat kustannukset pienenevät.

5.3. Modulaarisuus, muuntojoustavuus ja massaräätälöinti

Suunnitelmissa esitetään, että eri tonttien eri rakennuksille on olemassa vaihtelevia ratkaisuja perustuen siihen, minkälainen rakennus halutaan koostaa: Talot koostuvat muuntojoustavista moduuleista. Muuntojoustolla pyritään vastaamaan siihen, että eri elämäntilanteissa asunnon muokkaaminen esimerkiksi kantamattomien rakenteiden siirtelyllä tai erilaisilla aukotuksilla vastaisivat eri elämäntilanteiden tarpeisiin.

Yhden opiskelijan suunnitelmissa on olemassa erilaisia aukotusmahdollisuuksia ja laajennuskapasiteettia niin, että tontin 1 tyypin A2 ja A3-rakennuksissa voidaan tehdä aukotuksia ja näin esimerkiksi jättää rakentamatta huoneita aukotusten kohdilla rakennusvaiheessa, ja myöhemmin huoneita voidaan näin lisätä tarpeen vaatiessa. Lisäksi saman opiskelijan malleissa 1. kerroksen terassi on mahdollista lasittaa, jos lisärakennusoikeutta halutaan käyttää. Opiskelijan suunnitelmissa yksiköt perustuvat kolmeen eri tilaelementtimoduuliin, jotka ovat 3,3m * 9,5m, 4,0m * 9,9m ja 4,0m * 10,9m kokoisia.

Tontissa 2 toinen opiskelija on käyttänyt suunnittelussa räätälöintiin ja muuntojoustavuuteen lähestymistapaa, jossa eri kerroksia on mahdollista muokata samojen rakenteiden sisällä eri vaihtoehtoin. Tämä perustuu siihen, että läpiviennit ja tekniikkaseinät ovat yksiköiden keskiosissa, jolloin niiden kiinteä sijoittaminen vapauttaa muita huoneita muutoksille. Näin eri huoneistoille saadaan aikaan asukkaalle sopivia tilaratkaisuja käyttäen hyväksi silti samoja rakenneratkaisuja, jolloin tuotannon toistuvuus säilyy. Parhaiten ajatusmallia tukisi tilaelementtisovellus, jossa kaikki eri huonemallit tukeutuisivat samaan tilaelementtiin, jonka sisätilassa toteutettaisiin muutokset. Kolmannen opiskelijan suunnitelmissa tontilla 3 on käytetty samaa lähestymistapaa, eli eri pohjaratkaisuja on tarjolla samoille asuntotyypeille.



Kuva 24. Erilaisia huonemallivaihtoehtoja tontin 2 asunnoissa. Lähde: Lotta Skågström 2017.

5.4. Rakennuttajan näkökulmia projektiin

Rakennuttajayrityksen edustajan haastattelussa keskusteltiin rakennuttajan näkökannasta projektiin. Yritys toivoo kehitysprojektista itselleen tilaelementtipuolen yhteistyökumppanin kanssa valmista puuelementtirunkoista asunto-osakeyhtiö -konseptia. Talotehtaalla (yhteistyökumppani) voisi olla valmiita talomalleja, joille on suoraan olemassa hinta, joka toimisi myyntituotteena, jota rakennuttajayritys mahdollisesti kauppaisi rakennuspalveluna.

Yrityksen intresseissä ei ole yksittäiset puupientalot ja niiden rakennuttaminen, vaan yritys voisi toimia vastaavien kortteleiden rakennuttajana tuleville alueille, joissa asunnot perustuisivat toistuvaan tilaelementtiperusteiseen talomalliin. Tuote olisi näin konseptoitu toimitusketjun kaikilla osa-alueilla. Talotehdasta (elementtitehdas) tämä hyödyttäisi myös niin, että yrityksellä olisi ryhmärakennuttajille valmiita konsepteja, joiden mukaan voi tuottaa myös vastaavia ryhmärakennuttamishankkeita. Samalla valmiiden konseptien rakennusratkaisuja varten olisi olemassa myös vakioitua tuotantoa.

Haastattelussa mainitaan, ettei yritys ole ryhtynyt projektiin korkeiden liikevoittojen takia, vaan kehittämään toistuvaa, uutta myyntituotetta. Rakennuttaja on arvioinut, että rakennuskustannukset tulevat olemaan noin 2500€/m² luokkaa, mutta lukema on alustava ja haastattelu on toteutettu varhaisessa vaiheessa suunnittelua. Rakennuttaja on pyrkinyt puukerrostalojen tuotannossa pääsemään vakioituihin materiaaleihin ja hyödyntämään puitesopimuksia. Näin ollen eräänlainen kappaleen 3.5.3 kategoria-ajattelu on mahdollista. Rakennuskustannukset sijoittuvat neliöhinnoiltaan rakennushankkeiden keskiarvon yläpuolelle, mikä selittyy esimerkiksi pitkällä suunnitteluvaiheella, CLT-elementtien hinnoilla sekä projektin pilottimaisuudella. Valmiin konseptin replikointi laskee rakennuskustannuksia nopeasti ja merkittävästi jo seuraavassa toistuvassa hankkeessa, jos rakentaja kykenee kehittämään Esikaupunki-korttelista itselleen toimivan konseptin ja toimivat tuotantoketjut.

Rakennuttavalla yrityksellä ei ole toistaiseksi intressinä osallistuttaa tulevia asukkaita mukaan suunnitteluun, vaan korttelit on tarkoitus rakentaa vuokra-asujille ja ostajille hyödyntämään yrityksen omaa rahoitusmallia. (Tarkoituksena on myydä huoneistot asukkaille yrityksen omalla vuokrausmallilla, jossa vuokralainen on todellisuudessa yhtiölainan maksajana ja lunastaa huoneistoa itselleen vuokralla, joka koostuu lainanlyhennyserästä, korosta ja lainanhoitokuluista sekä hoito- ja erillismaksuista. Vuokrausmalli ei ole sama, kuin esimerkiksi velkaosuudellisen pääomavastikkeen maksaminen.) Haastattelussa mainitaan, että ennakkomarkkinoinnin mahdollisuutta ajateltiin, mutta siitä luovuttiin sen vaikeuden takia. Kappaleen 5.3 muuntojoustavuuteen ja massaräätälöintiin suhtaudutaan rakennuttajan näkökulmasta eri tavoin, kuin suunnittelijoiden. Rakennuttajan intressi on juuri Pulkkisen (2011) kirjallisuusviitteessäkin mainittu rakennusoikeuden maksimaalinen käyttö. Aukotuksiin suhtaudutaan skeptisesti, sillä rakennusoikeuteen viitaten mainitaan, että huonoimmassa tapauksessa asunnon rakennusoikeudesta jäisi 10% käyttämättä, mutta rakennuttajalle tämä vaatisi samaa työtaakkaa. Tällöin 10% lisä kokonaishintaan ilman lisäneliöitä on kallis ratkaisu muuntojoustavuudelle. Rakennuttajan edustaja viittaa ennakkomarkkinoinnin ja vaikutusmahdollisuuksien vaikeuksilla nimenomaan muutoksiin, joita varten olisi varauduttava käyttämään koko rakennusoikeus. Rakennuttajalle muutokset aiheuttavat lisätöitä, joilla ei saada yhtä hyviä voittoja, jos kaikkea oikeutta ei käytetä.

5.5. Kustannustehokkuus

Esikaupunkikortteli 2020 on Suomessa ensimmäinen laatuaan, ja se näkyy esimerkiksi suunnittelun kestossa ja kustannuksissa, arvioituissa hinnoissa sekä koko projektin venymisenä. Tulevien rakennusten kustannustehokkuutta ja tuotettavuutta arvioitaessa on arvioitu valmiita tuotteita, ja jätetty projektin pilottimaisuudesta johtuvat kustannusvaikutukset pois.

Taulukko 4. Kustannustehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä tapaustutkimuksessa.

Aihe	Kustannustehokkuutta parantavia tekijöitä	Townhouse-ominaisuuksia vähentäviä tekijöitä
Tuotantomuoto	Rakentaminen on koordinoitavissa helposti, kaikki talot voidaan rakentaa samanaikaisesti, massaetuja hankinnoissa ja rakennustöissä	Asukkaiden vaikutusmahdollisuudet lopullisiin ratkaisuihin puuttuvat eli räätälöinti puuttuu
Suunnitelmat ja suunnittelutyö	Toistuvat ratkaisut, optimoitu tilojen käyttö ja turhien tilojen pois jättäminen	Liika toistuvuus voi muuttaa kohteen rivitalomaiseksi kokonaisuudeksi
Rakenteet	Tila- ja suurelementtien käyttö, puurakenteet, toistuvat rakenneratkaisut ovat tuotantoteknisesti tehokkaita	
Yhtiömuoto	Rakennusten tuottaminen helpompaa, ratkaisussa synergiaetuja, vähemmän epäedullisia määräyksiä, rakentaminen edullisempaa, tuleva asuminen edullisempaa	Omakotitalomaisen asumisen tunne ja mahdollisuudet vähenevät

Taulukko 5. Kehitettäviä osa-alueita.

Aihe	Kehitettävä osa-alue	Kehitettävä
Tuotantomuoto	Massaräätälöinti ja asukkaiden huomioiminen	Asukkaiden ottaminen mukaan suunnitteluun tai tarjoamalla erilaisia ratkaisuja ennen rakentamista
Suunnitelmat ja suunnittelutyö	Erilaisten vaihtoehtojen tarjoaminen käyttäen samantyyppisiä rakenneratkaisuja ja rakennusoikeuksia	Koherentimpia vaihtoehtosuunnitelmia liittyen tuotantoon ja rakennettavuuteen

Esikaupunkikortteli 2020 ei ole edennyt tämän työn laatimishetkellä urakka-asiakirjojen laadintaa pidemmälle, joten toteutusvaiheen analysointi ei ole mahdollista. Suunnitteluvaiheen perusteella laaditut kustannustehokkuuden analyysit kuitenkin kertovat, että esimerkiksi aikaisempi elementtien sovitus suunnitelmiin ja yhteistyö elementtitoimittajan kanssa ja hankaluuksia aiheuttanut esteettömyysmääräyksien arviointi olisivat sujuvoittaneet suunnitteluprosessia ja lyhentäneet aikataulua. Myös erikoissuunnittelijoiden kiinnittäminen projektiin aikaisemmassa vaiheessa olisi nopeuttanut suunnitteluvaihetta.

Kustannustehokkuutta parantavia tekijöitä ovat olleet taulukossa 4 esitetyt tekijät. Konseptin rakennuttua on yhteistyöyrityksellä ja yliopistolla kokemusta kolmen erilaisen tontin rakennuttamisesta aina suunnittelusta tuotantoon ja toteutukseen. Näillä tiedoilla sekä asumisen aikaisilla energiataloustutkimuksilla konseptia voidaan kehittää kustannustehokkaampaan suuntaan. Nyt toteutuvien nettoneliökustannusten hinta ei ole realistinen tai vertailukelpoinen hinta esimerkiksi

valmiiden rivitalojen tai valmistalojen kanssa, sillä kehitystyö, tuotannon ja elementtien suunnittelutyö ja projektin pitkä kesto nostavat hankkeen hintaa huomattavasti.

Saatujen tutkimustulosten mukaan suunnittelukokemuksella on erittäin suuri merkitys vastaavanlaisissa hankkeissa. Pitkä ja venynyt suunnitteluvaihe ja useasti uudelleen laaditut moduuli- ja rakennesuunnitelmat ovat mahdollisia kehitystyöhankkeessa, jossa tahot etsivät toimivinta konseptia eikä projektilla ole niin suuria kustannus- tai aikataulupaineita. Vastaavalaisen projektin toteuttaminen ryhmärakennuttamisella tai rakennusliikkeen avulla perustuen valmiisiin ratkaisuihin tulisi toteuttaa nopeammassa aikataulussa, sillä valittu tila- ja suurelementteihin perustuva toteutusmuoto sitoo kustannuksia aiemmassa vaiheessa hanketta ja

6. Tulokset

6.1. Arvio tuloksista

Kirjallisuustutkimuksessa tutkittiin townhouse-taloihin, niiden tuotantoon ja erilaisiin tuotantotapoihin liittyviä tutkimuksia. Kirjallisuustutkimuksessa oli tavoitteena jäsentää, miten townhouse-taloja on tuotettu ja mitä mahdollisuuksia talojen teolliselle tuotannolle on puurakentamisessa olemassa: mitä mahdollisuuksia esivalmistus ja erilaiset rakennusjärjestelmät tarjoavat, miten townhouse-taloja voidaan rakennuttaa ja mitä vaikutuksia kaavoituksella ja määräyksillä on kytkettyihin kaupunkipientaloihin. Tutkimuksessa etsittiin kustannusmateriaalia townhouse-talojen tyyppisistä pientaloista, vertailuja eri tuotantomuodoista sekä erilaisia kustannusten ja tehokkuuden kirjallisuutta asuntotuotantoon liittyen.

Kirjallisuustutkimuksen ja townhouse-talojen suunnitteluun liittyen tahojen haastatteluilla saatiin tuloksia townhouse-talojen kustannustehokkaampaan suunnitteluun ja rakennuttamiseen. Elementtitoimittajan ja rakennuttamiseen liittyvien tahojen haastatteluilla sekä kirjallisuustutkimuksella tunnistettiin uusien tuotantotapojen, materiaalien ja valmistustapojen mahdollisuuksia puurakentamiseen liittyen. Yhdessä kaikki tulokset keräävät yhteen townhouse-talojen kustannusten muodostajat. Näiden perusteella on esitetty tutkimustuloksia sitä, miten teollisesti tuotettujen ratkaisujen avulla townhouse-rakentamista voitaisiin kehittää kustannustehokkaammaksi. Tämän diplomityön tutkimustulokset on esitetty laajemmin omina osioinaan kappaleissa 6.2 – 6.7.

Toteutuneiden townhouse-kohteiden kustannusten selvittäminen osoittautui vertailukelvottomaksi, sillä kirjallisuustutkimuksen townhouse-kohteiden rakennuttamiskustannusten ja markkinahintojen välisiä osuuksia ei ole tarjolla avoimena materiaalina, eikä toteutuneita townhouse-kohteita ole rakennettu kustannus- tai tuotantotapojen vertailulle soveltuvina kokonaisuuksina. Omatoimisesti rakennettujen townhouse-talojen rakennuttamiskustannuksissa on hyvin suurta varianssia johtuen erilaisista talojen suunnitelmista esimerkiksi Säterinmetsän, Ormuspellon ja Malminkartanon kohteissa. Lisäksi taloja on toteutettu eri ajanjaksoina erilaisina taloudenaikoina sekä varsin erilaisin esivalmisteluastein ja rakennuttamismuodoin. Näistä syistä kvantitatiiviseen tutkimukseen kelpaavaa materiaalia ei ole saatavilla siinä määrin, että selkeää ja vertailukelpoista tutkimusta olisi voitu suorittaa. Empiirinen tutkimus keskitettiin näin ollen case-tutkimukseen ja teemahaastatteluihin.

Työn yhtenä osana oli ideoida ja laatia työn case-tutkimuksena esitetyn esikaupunkikorttelin tuotantokonsepteja. Esikaupunkikorttelin suunnittelu perustui yhdessä Aalto-yliopiston Taiteen ja suunnittelun korkeakoulun valittujen opiskelijoiden tuotoksiin Kaupunkirakentamisen studio-kurssilta ja yhteistyössä olevan rakennuttajan suunnitelmiin. Tavoitteena oli yhdistää Aalto-yliopiston opiskelijoista muodostetun suunnitteluryhmän ideat puurakenteisista townhouse-kortteleista rakennuttajan kanssa. Suunnittelu on työtä laadittaessa vielä luonnosasteella eikä

toteutus- tai lopullisia rakennekuvia kyseisestä korttelista ole työn aikana ehditty tuottamaan. Myöskään mitään toteutuneita kustannuksia ei ollut saatavilla.

Tämän luvun myöhemmissä kappaleissa on koostettu eri aiheittain kirjallisuusosion ja empiirisen tutkimuksen tuloksia. Tulosten avulla on laadittu ehdotus, jonka avulla vastataan alkuperäiseen tutkimuksen aiheeseen, eli miten tutkimustiedon valossa puurakenteisia townhouse-taloja voitaisiin tuottaa kustannustehokkaasti.

6.2. Townhouse-talojen haluttavuus ja vaikeat markkinat

Townhouse-taloille on kysyntää, mutta samalla talojen rakennuttaminen on todettu olevan haasteellista: Pientaloasiamiehen ja aluesuunnittelun haastatteluissa mainittiin, että omatoimirakentajalle townhouse-talon rakentaminen on haasteellisempaa kuin perinteisen omakotitalon. Samalla esimerkiksi Strandell (2017) mukaan omakotitalorakentamisen halukkuus on laskussa. Ryhmärakennuttamiseen liittyy haasteita ryhmän koostamisesta rahoituksen hankkimiseen sekä rakentajien löytämiseen. Haastattelujen perusteella rakennusliikkeet eivät vaikuta innostuneilta talotyyppistä, sillä räätälöinti- ja massatuotanto eivät ole samanlaisella tuottavuustasolla, kuin kerrostalot ja rivitalot. Massaräätälöinti ja asukkaiden vaikutusmahdollisuudet nähdään rakentajien ja rakennuttajien puolella ongelmallisena.

Townhouse-talo kamppailee vaikeilla markkinoilla. Sen etulyöntiasema on oma hallittavuus ja omakotitalomaisuus sekä soveltuminen täydennysrakentamiseen, kuten Huttunen (2014) ja Kuittinen ym. (2015) toteavat. Kaikkein vaikuttavin peruste on kuitenkin rakennuttamisen hinta. Townhouse-talojen kokonaiskustannuksia tulee voida pienentää, jotta esimerkiksi täydennysrakentaminen onnistuu kalliimmille urbaaneille kaupunkialueille kaukaisempien rivitalolähiöiden sijaan. Townhouse-taloista tulee tuottaa kohtuuhintaisia ja kansantalomaisempia konsepteja, jotta niiden markkinaosuutta voidaan kasvattaa.

Taloille luodaan kaavoituksella lisää markkinoita ja mahdollisuuksia, joten kustannuksien pienentämiseen liittyvät tekijät sekä kysynnän ja tarjonnan tasapaino ontuvat tuotantopuolella: Talojen rakennuttaminen ei ole yhtä sujuvaa, kuin muiden vaihtoehtojen. Kaavoitussektori ja kaupungit ovat kiinnostuneita lisäämään kaupunkipientaloja, mutta esimerkiksi aluesuunnittelijoiden edustajien haastatteluissa mainittiin kaupunkipientalojen toteutusten olevan hitaampia ja edelleen haasteellisempia, kuin perinteisempien talotyyppien.

Kaupunkien kaavoituksella voidaan vaikuttaa siihen, etteivät esimerkiksi grynderit rakenna kaupunkien lähiöitä ja urbaaneja alueita täyteen rivi- tai kerrostaloja. Kytkeytyvien kaupunkipientalojen osuutta voidaan näin säädellä. Tuotantopuolen ratkaisuilla voidaan vaikuttaa siihen, että tärkein haluttavuuteen vaikuttava tekijä eli kokonaishinta, saadaan pienenemään. Näin mahdollistetaan suurempi kysyntä ja mahdollisuus markkinoiden laajenemiselle.

Pilottiprojekteilla, suuremmilla kokonaisuuksilla (Kangasala, Esikaupunkikortteli 2020) ja esimerkiksi tulevilla asuntomessuilla 2020 ja 2021 nähtävillä townhouse-taloilla tullaan lisäämään tietoisuutta taloista ja erilaisista käytännön toteutuksista. Jatkuvasti kasvavien keskusta- ja asukaskeskittymäalueiden täydennysrakentamispaine lisänee kaavoitettavien kytkeytyvien kaupunkipientalojen määrää, joten haluttavuutta tulee nostaa, jotta hankkeisiin saadaan tarpeeksi toteuttajia.

6.3. Suunnittelu

6.3.1. Townhouse-talojen ominaisuudet ja muodot

Townhouse-talojen suunnittelu poikkeaa omakotitaloista ja rivitaloista talotyyppin ominaisuuksista johtuen. Omakotitalot ovat yleisimmin yksi- tai kaksikerroksisia, siinä missä townhouse-talot ovat vähintään kaksi-, parhaimmillaan jopa nelikerroksisia. Rivitaloihin verrattuna townhouse-talojen suunnittelussa ja asemoinnissa tulee ottaa huomioon rajautuvuus katuun versus rivitalojen sijoittumiseen taloyhtiöiden tonteille. Erilliset omakotitalot suunnitellaan paritaloja lukuun ottamatta omiksi rakennuksikseen ja rivitalot puolestaan yksiksi kokonaisuuksiksi. Townhouse-talojen sijoittuminen kaikkien edellä mainittujen ominaisuuksien väliin tarkoittaa teoriassa täysin itsenäistä monikerroksista talokokonaisuutta, joka on kuitenkin rakennettu kiinni naapuritaloon ulkoseinistään.

Suunnittelussa edellä mainitut seikat tarkoittavat, että omatonttinen, omakotimainen townhouse-talo on voitava rakentaa naapuritalojen olemassaolosta riippumatta. Rakentamiseen vaikuttaa myös omistusmuoto; jos rakennukset ovat esimerkiksi asukasbarometrissa toivottuja omia talojaan, joita kuitenkin hallitaan yhtiönä erillistalojen tavoin, rakentaminen tapahtuu yhtiömuotoisesti kuten rivitaloissa. Hallinnointimuoto tulee ottaa huomioon, sillä se vaikuttaa esimerkiksi pohjarakentamiseen ja ulkoseinien rakennukseen; on edullisempaa rakentaa yhtiölle yhteiset pohjarakenteet ja ulkoseinät, omatonttiselle omistustalolle taas rakentamisen eriaikaisuudesta ja hallinnollisista syistä omansa. Seinärakenteet vaikuttavat myös kustannuksiltaan kalliiden palomuurien rakentamiseen.

Monikerroksisuuden ja pienten kerrosten vaikutuksesta portaikot syövät paljon pohjapinta-alaa, jolloin asumisjärjestelyjen sijoittelu on tärkeää. Talot eivät ole ympärikuljettavia, vaan yhteys mahdollisille etu- ja takapihoille hoituu joko talon läpi tai korttelin keskellä kulkevista huoltoteistä. Tontin pohjarakentaminen tehdään joko yksittäin tonttikohtaisesti tai ryhmän kesken erilaisilla sopimuksilla. Yksinkertaisesti voidaan todeta, että mitä laajemmin ja enemmän voidaan suunnitella kerralla, sitä vähemmän ennalta-arvaamattomia ongelmia esiintyy esimerkiksi seinien yhteenliitoksissa, korkeuksissa, pohjarakentamisessa ja samanaikaisuudessa. Townhouse-talojen kohdalla kyse on siitä, kuinka monta yksikköä suunnitellaan rakennettavaksi townhouse-rakennuskokonaisuuteen (kytkettyjä taloja yhdessä) ja miten ne rakennetaan. Ääriesimerkkejä ovat Tampereen Teeri-Villilä (omat omakotitalot, jokainen suunniteltu erikseen) ja Omenamäen kokonaisuus, jossa kaikki talot ovat samanlaisia. Teeri-Villilän taloissa jokainen talo on suunniteltu omana kokonaisuutenaan ilman laajempaa esirakentamista, Omenamäessä taas koko hanke on suunniteltu yhtenä suunnitelmana. Molempien hankkeiden asunnot ovat keskimäärin yhtä suuria.

Kirjallisuusosassa käsitelty esteettömyys ja sen vaatimukset ovat monikerroksiselle ja pieniä kerroksia sisältäville townhouse-taloille haaste. Esimerkiksi Helsingin kaupungin tarjoamat arvokkaat 5m² lisärakentamisoikeudet valuvat miltei sanomattakin siihen, että esteettömyysvaatimukset täytetään. Esteettömyysvaatimukset nousivat esille esimerkiksi Esikaupunki 2020-tapaustutkimuksessa, joihin ei oltu suunnitteluvaiheessa varauduttu. Esteettömyysvaikutukset vaikuttivat lopulta aina rakennesuunnitteluun ja valittuihin rakenteisiin saakka.

Vähäinen kokemus rakennuttamisesta, jatkuvasti enemmän erilaisia systeemejä sisältävät asuinrakennukset yhdistettynä vähän tunnettuun talotyyppiin lisäävät omatoimirakentajien haasteita. Suunnitteluun ja kaavoitukseen liittyvien haastateltavien mielestä townhouse-talot kaipaisivat alueellisesti koordinoitua/ohjeistusta/ohjausapua, jota ei toistaiseksi ole. Ohjausapu liittyisi nimenomaan rakentamiseen ja rakennuttamiseen asettamatta määräyksiä eli toimia eräänlaisena toteuttamissuunnitelmana.

Erilaisia suunnitteluohjeita koko townhouse-talojen koordinoinnille ei ole; tässä työssä on esitelty ja koottu aineisto townhouse-talojen rakentamiseen liittyen, joka on muutoin melko ripotellusti saatavilla. Aineisto liittyy enemmänkin kokemuksiin ja kehitykseen, eli varsinaista omatoimi- tai ryhmärakennuttajalle koostettua, nimenomaan townhouse-rakentamista käsittelevää ohjeistusta ei toistaiseksi ole. Vertailukohtana esimerkiksi erillisen pientalon rakentamiseen löytyy useita oppaita ja teoksia, jotka pätevät suurelta osin townhouse-taloon, mutta nimenomaan kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseita kytkeytymiseen liittyviä ongelmia, mahdollisuuksia tai seikkoja, jotka tulisi ottaa jo hankesuunnittelussa esiin, ei ole esitetty kootusti missään julkaisussa.

6.3.2. Suunnittelun vaikutukset ja kulut

Suunnittelutyö on koko hankkeen kannalta ensimmäinen ja tärkein työvaihe: Hankesuunnitteluvaiheen arkkitehtisuunnittelussa lukitaan suurin osa kaikista kustannuksista liittyen rakentamiskuluihin. Siinä myös päätetään talon malli ja päälinjat, materiaalit ja rakenteet, piha-alueet ja piharakennelmat. Kaikki myöhemmät suunnitelmat, esimerkiksi tarkemmat mitoituspiirustukset ja LVIS-piirustukset noudattavat arkkitehtisuunnittelun perusteella laadittuja suunnitelmia.

Talopaketeissa (ja näin myös edelleen moduuleista koostuvissa ratkaisussa) suunnitelmat ovat suurimmalta osalta jo valmiiksi laadittuja, joten hankkeeseen ryhtyminen on nopeampaa ja vaivattomampaa ja rakentamistyöt sekä kulut ovat tarkemmin selvillä. (Puuinfo Oy 2009)

Rakennuttamiskustannukset muodostavat koko hankkeen kustannuksista noin 5-10%. Valmiiden ratkaisujen puuttuminen lisää työmäärää koko hankkeen ajan, mikä näkyy esimerkiksi Esikaupunki 2020 suunnittelussa. Puute tarkoittaa lisää suunnittelutyötä tai suunnitelmien teettämistä omatoimi- ja ryhmärakennuttajille. Suunnitelmien teettäminen vie aikaa sekä eri suunnittelutoimistoja ja -aloja käytettäessä myös varoja, sillä suunnitelmia tarvitaan useisiin eri osa-alueisiin. Esikaupunki 2020:ssä eri suunniteltavia tahoja on useita, mutta suunnitelmien hyödyntäminen on toistuvaa. Malminkartanon kohteissa saatiin Helsingin kaupungin kiinteistöviraston (2005) mukaan selville, että eri suunnittelijat olivat tehneet samalle kaukolämpösovellukselle erilaisia mutta toistuvia suunnitelmia, jolloin rakennuttajille kohdistui turhia kustannuksia toistuvien ja valmiiksi annettujen suunnitelmien sijaan.

Suunnitelmien toistuvuudella tai jaottelulla (yhdet suunnitelmat koko ryhmärakennushankkeelle, esimerkiksi kolme townhouse-yksikköä) voidaan yksikkökohtaisia suunnittelukustannuksia laskea niin, että vaikutukset kokonaiskustannuksiin ovat useita prosentteja. Suunnittelutöissä säästäminen ei ole hyvän tavan mukaista tai yleensä ensimmäinen taho, josta kannattaa etsiä säästöjä. On tärkeää kuitenkin hahmottaa mihin toistuvilla suunnitelmilla on mahdollista päästä ja kuinka välttää turhaa, valmiiksi tehtyä työtä. Muutamat prosentin säästöt tarkoittavat kalliissa hankkeissa useita tuhansia euroja.

Valmiit suunnitelmat ja sovellukset sisältävät vähemmän virheitä niistä opittujen kokemusten ja tehtyjen korjausten myötä, millä on jo huomattava varmuutta, luotettavuutta ja ajansäästöä edistävä vaikutus. Pientalorakentamisessa on saatavilla paljon erilaisia oppaita, kortistoja ja malliratkaisuja, mutta esimerkiksi townhouse-talojen palomuuureista, yhteenliittymistä, jaettavista taloteknisistä järjestelmistä ja esteettömyysratkaisuista ei ole olemassa malliratkaisuja tai laajempaa kokemusta. Esteettömyysvaatimukset koituvat yllättäviksi kustannusten lisääjiksi, jos niitä ei 1) huomioida tarpeeksi aikaisin ja 2) ne vaikuttavat massoiteluun lisäten taloon turhia neliöitä tai tiloja. Esimerkiksi Esikaupunkikortteli 2020-suunnittelussa esteettömyysvaatimukset vaikuttivat lopulta rakenneratkaisuihin ja rungon tuotantomuotoon. Townhouse-konseptia kehitettäessä tulee ottaa huomioon erilaiset pohja- ja kellariolosuhteet, jotta esimerkiksi teollisesti tuotettu, toistuva tai moduulinomainen townhouse-asunto täyttää sisäänkäynti- ja selviytymiskerrosvaatimukset ilman hintavia rakennemuutoksia.

Toistaiseksi parhaat valmiit ratkaisut (massiivikivirakenteisten) townhouse-talojen rakentamiseen liittyvät Jämerä Oy:n townhouse-valmistalosarjaan. Suunnittelu- ja tätä myötä myös toteutuskulujen vähentäminen syntyy hyvien tuotantokonseptien löytämisestä, joka edellyttää kokemuksia eri hankkeiden toteutuksista.

6.3.3. Materiaalivalinta

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston (2005) Malminkartanon kohteiden palautteissa mainittiin, ettei asemakaavoitus tai rakennustapaohje saisi niin jyrkästi määrätä rakennusten runkorakenteita. Muun muassa Alppikylän ja Ormuspellon tapauksissa rakentamistapaohje ohjeistaa epäsuorasti myös käyttämään kivimateriaaleja talon runko- ja julkisivuratkaisuissa. Materiaalivalinnalla on suuri merkitys rakennuksen kustannuksiin jo itsessään materiaalin kustannusten sekä tätä myötä vaadittavien muiden rakenteiden kannalta. Betoni painaa noin 2500kg/m^3 , kevytbetoniharkko ja puu vain $400\text{--}500\text{kg/m}^3$. Paino vaikuttaa rakennesuunnittelussa muihin rakenteisiin aiheutuviin kuormiin ja toimitusketjun eri vaiheissa esimerkiksi kuljetukseen, varastointiin ja tuotannon omaan logistiikkaan. Vastaavia rakennusmateriaalien merkityksiä mainitsee myös Kuittinen ym. (2015).

Betonin kustannukset ovat keskimäärin vuonna 2017 $200\text{€}/\text{m}^3$, puulla taas on useita hintoja. Halvimmillaan esivalmistukseen ja moderneihin puutaloihin sopivaa sahatavaraa saa samaan $200\text{€}/\text{m}^3$ hintaan (menekki betonia ja kevytbetonia pienempi per toteutunut as.m^2), CLT on puolestaan noin tuplasti betonia kalliimpaa (Helamo 2014). Kääntöpuolena ovat CLT:n tehokkuus, eli materiaali-investointi on korkeampi mutta valmistuskulut ja toimitusketjun kulut ovat pienempiä. Insinööripuutuotteita voidaan pitää tulevaisuuden kannalta parhaina kehitysvaihtoehtoina uusien ratkaisujen perustoiksi, sillä yleinen kehitys myös rakennusosalalla kulkee kohti kestävämpää kehitystä, kuten Julin (2010) ja Achenbach ym (2016) toteavat.

Hankesuunnitteluvaiheessa lukittava runkomateriaali määrittää myös sen, miten rakennus on mahdollista toteuttaa. Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi tiedostaa edelleen eri materiaalien mahdollisuudet liittyen toteutukseen, jolloin kustannustehokkuuteen peilaten voitaisiin heti alusta alkaen miettiä teollisten tuotteiden kuten suur- ja tilaelementtien käyttöä. Tämä korostuu myös asemakaavoituksessa – se ei saisi rajata liikaa erilaisia materiaaleja tai kattotyyppejä townhouse-talojen kohdalla. Jos materiaalivalintaan sopii moduuli- ja elementtirakentaminen tai jopa valmistalorakentaminen, voidaan miettiä, minkälaisia kustannussäästöjä esimerkiksi toistuvia ratkaisuja hyödyntävällä rakentamisella saadaan aikaan. Jos toteutustavaksi valitaan esimerkiksi pre-cut ja platform-rakentaminen puutavarasta, ei toistuvuudella ole niin suurta merkitystä rakennustöihin esimerkiksi ryhmärakennushankkeessa, vaan kustannusedut liittyvät lähinnä suurempiin määrätilauksiin eli massaetuihin.

6.3.4. Esivalmistetut osat ja moduulisuunnittelu, modulaarisuus

Elementtirakentamisessa rakennuksen yksinkertaiset ja säännölliset muodot ovat helppoja toteuttaa. Ne yksinkertaistavat elementtien rakenteita ja rakennustapoja sekä pienentävät käytettävien elementtien määrää sekä seinäpinta-aloja. Yksinkertaisia pohjamuotoja, kuten neliöitä ja suorakaiteita, on helppo toteuttaa moduuleilla ja tällaisten pohjien jakaminen tasaisiin osiin on helpompaa, kuin esimerkiksi vinojen, kaarevien tai ulkonevien osien. Townhouse-talojen suorakulmaiset, kapeat ja syvät pohjamuodot ovat näin moduulirakentamiselle suotuisia (kuten Violanpuiston kohteissa). Suurelementtien avulla kokonaisia pitkiä seiniä on mahdollista tuottaa yhtenäisinä kerroskorkeina elementteinä. Tilaelementtien avulla pohjia voi helposti jakaa huone- tai kerroskohtaisiin osastoihin tilaelementtien kokorajoitusten sallimissa mitoissa.

Suorakulmaiset muodot tekevät myös moduulijaottelusta tai suurelementtijakamisesta helppoa, sillä rajat ovat selkeitä, yhteneviä ja kuutiomaisia. Tällöin yhteen liitettävät moduulirajat ovat suoraa.

Vinot tai epäsäännölliset muodot eivät rajaa tila- tai suurelementtituotettavuutta pois, mutta toistuvuus on erikoispinnoilla vähäistä ja erikoismuodot toteutetaan yksilöllisinä ratkaisuin, jotka vaativat näin ollen esimerkiksi kantavissa rakenteissa omia laskelmiaan. Esimerkiksi Malminkartanon kohteiden (kuva 7) vinot townhouse-yksiköt eroaisivat huomattavasti suur- ja tilaelementtisuunnittelussa muista yksiköistä. Tämä vähentää toistoa ja lisää elementtien määrää nostaen kustannuksia.

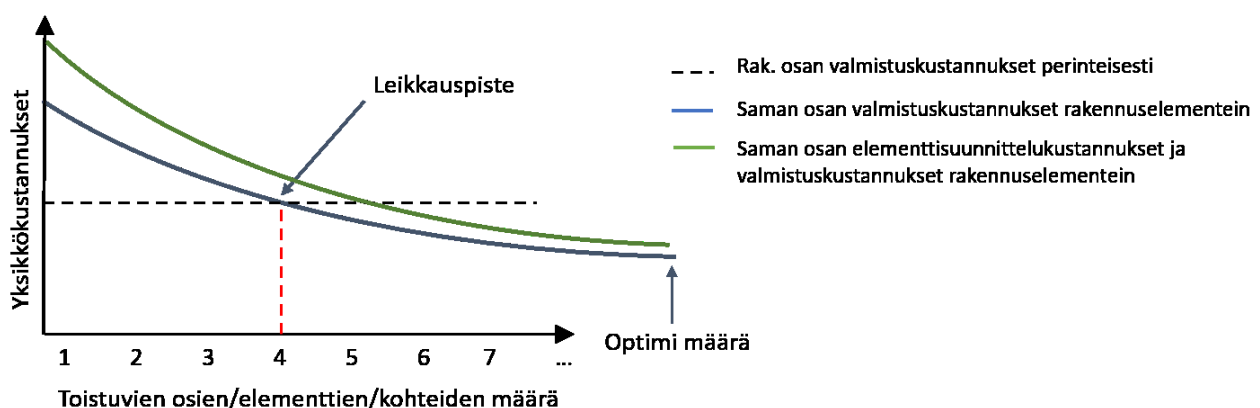
Kustannustehokkuusmielessä tulee suunnitelmissa heti ottaa huomioon elementti- ja moduulirakentaminen ja niiden mahdollisuudet sekä rajaukset. Esimerkiksi ryhmärakennuttamisen tapauksessa tulee alusta alkaen olla selvillä myös rakennustapa ja materiaalit, jotta elementtien toistuvuutta päästään hyödyntämään useissa yksiköissä. Hyvänä esimerkkinä on Violanpuisto asuntokehyksineen: Sisä- ja ulkoseinäelementtien, välipohjien ja kattorakenteiden suunnitelmat ja ratkaisut toistuvat useasti, elementit ovat samoja sekä asentaminen toistuvaa, sillä elementtitoimitukset ja nostot toteutettiin samanaikaisesti.

Elementtien käyttöä tulee analysoida: yhden yksikön rakentaminen elementeistä voi olla jopa kalliimpaa kuin paikallaan rakentamalla, sillä elementtien hintojen lisäksi vaaditaan myös elementtisuunnittelu. Tämä lisää suunnittelukustannuksia ja asettaa myös oman panoksensa mittakaavaetuun ja toistuvuuteen; mitä useammin elementit toistuvat, sen halvemmaksi yksikköhinnat muodostuvat.

Myös moduulisuunnittelu on sitä helpompaa, mitä yksinkertaisemmin rakenteelliset, esimerkiksi kuormia kantavat ja jäykistävät ratkaisut on toteutettu. Jos rakenteen toistuvuus on suurta, voidaan näin suunnittelukustannuksia pienentää helposti, jos samat moduulit soveltuvat niin makuu- kuin vieras- ja työhuoneiksi rakennesuunnitelmien puolesta.

Moduulisuunnittelussa samoja tiloja suunnitellaan useaan käyttöön, jolloin yksittäistapauksissa moduulisuunnittelu nostaa suunnittelukustannuksia, mutta toistuvuudella on mahdollista pudottaa toteutuvia yksikköhintoja. Esimerkiksi ryhmärakennuttamisella ja yhdellä suunnittelulla toteutettavassa kolmen yksikön townhouse-talorivissä voidaan replikoida erilaisia moduulisuunnitelmia jo huomattava määrä. Optimitilanteessa kaikki rakennukset voivat koostua samaan rakenneratkaisuun perustuvista tilaelementeistä, joiden sisäosien ratkaisulla muokataan rakennus rakennuttajan toiveiden mukaiseksi, kuten esimerkiksi tilaelementeistä koostuvissa kerrostaloissa. Esimerkiksi tämän työn tutkimusta varten haastatellut kaksi rakennusliikkeiden edustajaa ovat olleet mukana rakennuttamassa puutilaelementeistä koostuvia kerrostaloja.

Kustannuksia voidaan pienentää, jos mittakaavaeduilla päästään yhden yksikön suunnittelukuluja pienempään lopputulokseen esimerkiksi ryhmän kokonaissuunnittelukulujen summassa. Lähtökohtana voidaan pitää, että alle kolmen yksikön tapauksissa esimerkiksi toistuvista tilaelementeistä rakentaminen ja niiden suunnittelu maksavat helposti enemmän kuin perinteinen rakentamistapa, mutta kolmesta useampien yksiköiden townhouse-kohteiden ja alueiden käytössä suur- ja tilaelementtisuunnittelu kannattaa. Elementtitehtaan edustaja toteaa haastattelussa, että tilaelementtimoduulien valmistuskustannukset tippuvat noin 10-15 moduulin jälkeen niin, että ne säästävät merkittävästi hankkeen rakennuskustannuksia ja tilaelementtirakentaminen kannattaa. Haastattelussa todettiin, etteivät elementtien hinnat laske lineaarisesti vaan eksponentiaalisesti kaavion 10 esittämällä tavalla.



Kaavio 10. Esimerkkikaavio rakennuselementtien toistuvuuden ja yksikkökustannusten suhteista.

Optimimäärä on valmistuksessa se piste, jonka jälkeen elementtien valmistuminen ei enää halpene määrän kasvaessa ja maksimaalinen erotus vertailtavaan kohteeseen on saavutettu. Samaa tulosta esittää Gibb (2001) betoniseinäelementtien tuotannosta.

Valmistuskustannukset riippuvat useasta seikasta, kuten elementtien koosta, alihankinnoista ja materiaaleista (ja niiden vastaavista muuttujista), monimuotoisuudesta ja mahdollisista sisäisistä eroista. Yksinkertaisimmillaan valmiit tilaelementit voivat olla asuntoloissa kymmeniä kertoja toistuvia mallikylpyhuoneita ja monimutkaisimmillaan täysin räätälöityjä, mutta samoihin rakenteellisiin elementteihin perustuvia olohuonemoduuleja.

Ahlman ym. (2010) esittelemä Violanpuiston hankkeen (massa)räätälöinnin mahdollistava rakennustapa on esimerkillinen: Jokaiselle asunnolle annettiin sisäpuolelta tyhjät, osapuolia tyydyttävät tilat asuntokehyksen sisällä, jonka suunnittelusta ja toteuttamisesta he vastasivat. Tällöin asuntokohtaiset sisätyöt aikataulutetaan koko hankkeelle, jolloin aikataulut pysyvät selkeinä ja yhtiömuotoinen hanke saadaan tavoiteaikataulussa toteutettua. Tuotantomuoto on mahdollista toteuttaa kaikilla eri tuotantomuodoilla riippumatta siitä, käytetäänkö valmiita suunnittelupaketteja ja talomalleja. Erilaisten katalogimallien tarjoaminen on helpompaa, kun asuntokehys on toistuva.

Asuntokehyksen ohella toinen lähestymistapa massaräätälöinnille on Barlow & Ozakin (2005) esittelemä katalogimaisuus. Japanin pientalojen malli hyödyntää katalogiajattelua, jossa erilaisin hyviksi todettujen ratkaisujen avulla ja niitä varioimalla voidaan tuottaa yksilöllisen tuntuja koteja vaativille asiakkaille kilpailukykyiseen hintaan. Suomessa perinteisten puupientalojen markkinoilla ratkaisuja voidaan myös katalogimaisesti räätälöidä esimerkiksi pintamateriaalien osalta. Modulaarisella rakentamisella malli voidaan viedä pidemmälle: Modulaaristen townhouse-talojen kohdalla tämä tarkoittaisi esimerkiksi erilaisten suurelementtikokonaisuuksien tai tilaelementtien hyödyntämistä, jolloin suurempien tuotantosarjojen kohdalla (suuremmat korttelialueet) asiakkaat voisivat valita erilaisten moduulien avulla tilaratkaisuja ja huonejakoja.

Lopputuotteen tuotantokulujen kannalta on oleellista hahmottaa myös sekä Bernstein (2011) että Blisman ja Wakefield (2009) tutkimusten mainitsema esivalmistuksella saavutettu parempi rakennustuotteiden ja rakentamisen laatu ja mikä on tämän kokonaisvaikutus projektin kannalta: Vaikka esivalmistuksen ja perinteisen rakentamisen hintojen erotus olisi nolla, on esivalmistuksella saavutetulla laadulla positiivinen arvovaikutus rakennukselle: Ooi ym. (2014) mukaan rakentamisen laatu nostaa rakennuksen arvoa koko sen elinkaaren ajan. Lisäksi laatuvirheet ja uudelleenasetukset ovat kalliita korjauksia uusissa tuotteissa. Esivalmistuspainotteisempaan rakentamiseen siirtyminen ohjaisi rakennustyötä enemmän tehdasmaisemmaksi toiminnaksi, jonka avulla Mao ym. (2016), Lawson ja Ogden (2010) ja Kilpeläinen ym. (2001) mukaan on olemassa rakennushankkeen kannalta aikatauluja nopeuttavia, kustannuksia vähentäviä ja laatua parantavia vaikutuksia.

6.3.5. Esivalmistuksen hidasteet

Hidastavana voimana esimerkiksi CLT-elementeistä koostuvan hankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa on valmiskappaleiden ja tuotteistuksen puute. Höök (2005) mainitsee tutkimuksessaan, että Ruotsissa puukomponenttien toimittajat eivät keskity läheiseen ja henkilökohtaiseen *mahdolliseen* asiakaskontaktiin, vaan mieluummin asiakkaaseen, joka on jo omaksunut toimittajan käyttämän rakentamisjärjestelmän. Suunnittelijat kaipaisivat suunnitelmiin samankaltaisia malleja, kuin on käytössä esimerkiksi metallituotteissa tai muussa rakentamisessa; tarvetta on selkeälle tuotevalikoimalle, jota voitaisiin hyödyntää suunnittelussa. Tätä peräänkuuluttivat myös VTT:n julkaisussa Nykänen ym. (2017) nimenomaan elementtiperusteisten puurakenteiden saralla. Suunnitteluun kaivataan esivalmistettavien rakennusosien luetteloja ja katalogit, jolloin esimerkiksi tietomallisuunnittelu helpottuu ja rakennukset koostuvat näin vakioiduista tuotteista.

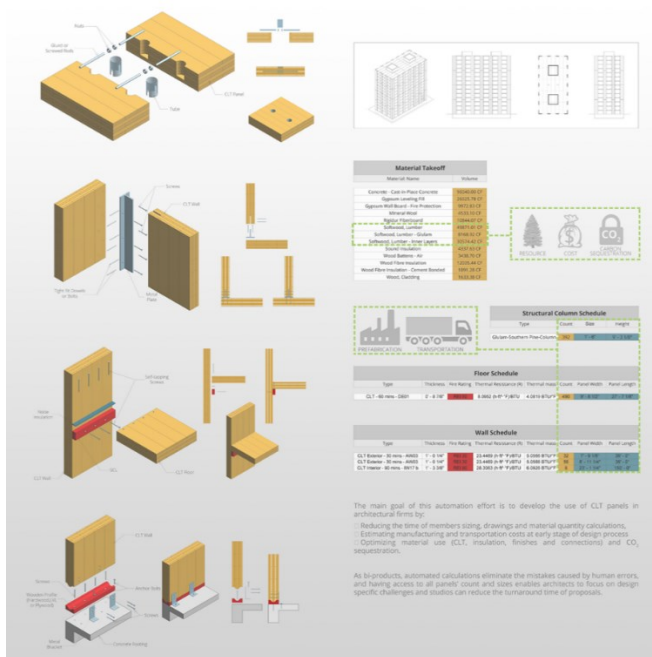
Tällä hetkellä elementtitehtaat valmistavat elementtejä talotehtaille tai rakennuttajille heidän suunnitelmiensa mukaan. Kuten kappaleessa 3.3 esitettiin, tämä tapa tuottaa kompromisseja, sillä lähestymistapa on valmiin tuotteen osittainen sovellus erilaisten rajallisten mahdollisuuksien mukaan.

Takaisinkytketty lähestymistapa olisi, että suunnittelijoilla olisi mahdollisuus suunnitella toteutettavia tuotteita valmiista rakennuspalikoista kuten Nykänen ym. (2017) ehdottaa, jolloin esimerkiksi rakennuttajalle voitaisiin esittää valmiita osaluetteloita rakennuksesta huonekalujen kasaamisen tavoin.

Verrattuna metalli- tai betoniteollisuuteen, on puuteollisuudessa erilainen asiakkaiden rajapinta. Metalli- ja betoniteollisuus toimii yhteistyössä asiakkaidensa kanssa kehittämällä heille ratkaisuja käyttäen omaa osaamistaan ja alan vakioituja tuotteita. Puuteollisuudessa taas puuelementtiteollisuus ei ole yhtä aktiivinen, vaan asiakkaille ja potentiaalisille uusille asiakkaille tarjotaan erilaisia asennusoppaita, käsikirjoja ja tuotekatalogeja. Kesäkuussa 2017 yhdenkään Suomessa toimivan CLT-elementtejä markkinoivan yrityksen verkkosivuilta ei löytynyt varsinaisia suunnittelutyökaluja, objekteja, kirjastoja tai osaluetteloita, vaan teknisiä tietoja valmistettavasta elementistä. Stora Enson verkkosivuilla on ladattavissa suuri määrä tietoa ja asennusoppaita yrityksen CLT-tuotteista, mutta suunnittelijan tulee tällöin itse esimerkiksi tietomallinnusohjelmaan luoda itselleen mallituote ja tuotekirjasto, johon hänen tulee syöttää kaikki haluamansa parametrin teknisten tietojen perusteella.

Elementtivalmistajat voisivat tarjota esimerkiksi valmiita kirjastoja, jotka sisältäisivät suurelementtien tai tilaelementtien erilaiset vaihtoehdot, sekä erilaisia liitos- ja asennusosien tuoteperheitä, kuten esimerkiksi Viljakaisen (1999) ehdotuksessa. Vastaavanlaisia suunnittelutyökaluja on ollut käytössä pitkään muilla rakennusaloilla, joissa on vakiintuneita tuotetyyppejä, kuten esimerkiksi metalliteollisuudessa. Valmiit kirjastot olisivat kappaleessa 3.5.2 ehdotetun avointen elementti- ja rakennusjärjestelmien sovelluksia, jolloin jo suunnitteluvaiheessa sitouduttaisiin hyviin rakennustapoihin, jolloin riskit suunnitella alalta poikkeavia ratkaisuja pienenevät.

Tietomallinnuksen ja avointen kirjastojen avulla suunnittelijoilla olisi mahdollisuus suunnitella rakennukset heti olemassa olevien vakioitujen tuotteiden perusteella, jolloin räätälöinti ja kompromissit vähenisivät ja tuotannon läpimenoajat pienenisivät. Tällöin myös uusien tuotteiden ja tuoteominaisuuksien muutosten seuraaminen olisi reaaliaikaisempaa ja tiedonvaihdausta helpompaa. Tietomallintamalla rakennuksista on mahdollisuus saada laskettua automaattisesti kokonaisia osaluetteloita, massoja, aloja, kustannuksia ja muita teknisiä ominaisuuksia. Nämä kaikki helpottavat ja nopeuttavat suunnittelutyötä, laskentaa, asennustyötä ja näin vaikuttavat näin hyvin paljon kustannuksiin liittyen kokonaisuus suunnitteluun ja tuotantoon. Erilaisia työkaluja ja vaihtoehtoja on olemassa muualla maailmassa, joiden mukaan esimerkiksi puukerrostalojen suunnittelu on helpompaa (Ebadi 2016)



Kuva 25. Esimerkki CLT-suunnittelutyökaluista. Lähde: Ebadi 2016.

6.3.6. Lainsäädäntö: MRL ja kaavoitus

Townhouse-talojen osalta asemakaavoituksen kustannusvaikutukset korostuvat normaalia pientalorakentamista enemmän. Kytkeytyjen pientalojen pienet tontit korkeine tonttitehokkuusvaatimuksineen, suoraan katuun rajoittuva rakentaminen, toisiinsa kytkeytyminen ja yhtenäisten julkisivujen vaatimukset vaikuttavat esimerkiksi pysäköintipaikkojen hintojen, tonttien massoittelun, rakenneratkaisujen ja käytettyjen materiaalien puolesta kytkeytyihin pientaloihin suhteessa voimakkaammin kuin erillisiin omakotitaloihin. Lähes kaikissa työssä esitellyissä townhouse-kokonaisuuksissa on ollut ongelmia asemakaavoituksen kanssa. On selvää, että townhouse-rakentaminen on uutta ja haastavaa myös kaavoitukselle eikä aluesuunnittelua voi syyttää yrittämisen puutteesta.

Aluesuunnittelun edustajien haastatteluissa tuli esiin myös kehitysehdotuksia ja selvä kuva siitä, että townhouse-alueet vaativat erilaisia kaavoituskonsepteja ja suunnittelun terävöittämistä., mikä näkyy esimerkiksi Helsingin kaupungin (2007) ja Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2007) julkaisemissa ohjeissa ja lausunnoissa. Eri toteuttajat erilaisine tavoitteineen hankaloittavat myös aluekehitystä, sillä yksityishenkilöt ja rakentajayritykset tavoittelevat hieman erilaisia toteutuksia, kuten Pulkkinen (2011) mainitsee.

6.3.7. Lainsäädäntö: Palomääräykset

Palomääräykset olivat esillä esimerkiksi rakennusliikkeen edustajan haastattelussa: Puuelementtirunkoiset talot tuottavat lisäksi massiivikivitaloihin verrattuna noin 200-300 euroa per brm² suunnittelukustannuksia. Lisäkustannukset johtuvat haastateltavan mukaan puurakennuksilta vaadittavista rakentamisen aikaisista (vesi)suojauksista, elementtien erikoissuunnittelusta (rakenteet ja kantavuus) ja tapauskohtaisesti yli kaksikerroksisten talojen sprinklaustarpeista. Näistä arviolta jokainen muodostaa noin 100 euron bruttoneliömetrikohtaiset lisäkulut.

Kuten aiemmin Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2011) julkaisussa todettiin, yli kaksikerroksinen puutalo on ongelmallinen nykyiselle lainsäädännölle. Yli kaksikerroksisten

puu(kerros)talojen on kestävä paloa 60-120 minuuttia (EI60-120), ja paloturvallisuutta on edistettävä sammutuslaitteiden ja pintaosien avulla.

Rakennusten palomääräykset määrittävät nykyisellään puurunkoiset pientalot väistämättä P2- ja P3-paloluokituksiin. Samat määräykset säättävät myös runkorakenteiden verhoilusta. Käytännössä puurunkorakenteiden ”verhoilupakko” tarkoittaa, ettei esimerkiksi CLT-runkorakenteita saa jättää sellaisenaan pintamateriaaleiksi ja rakennuksen huoneet tulee varustaa sprinklereillä.

On selvää, että kaikilla näillä on vaikutuksia sekä suunnittelu-, hankinta- että rakennuskustannuksiin ilman täysin perusteltua syytä, sillä kuten Osborne ym. (2012) osoittivat, rakenne kestäisi hyvin ilman verhoiluakin. Pintaverhoilu voitaisiin jättää pois esimerkiksi seinien osalta. Kappaleessa 4.1 esitettyjen kustannusten mukaan levytykset ja verhoilut muodostavat kustannuksia noin 8000 euroa (ilman rakennuttajien katteita). Arviolta noin puolet sisäverhoiluista voitaisiin jättää pois, jos CLT-kuormia kantavat runkopinnat (seinät) sallittaisiin koko rakennuksessa sellaisenaan.

Rakennusliikkeen edustajan haastattelussa mainitsema noin 100€/as.m² on realistinen arvio automaattisen sammutusjärjestelmän kuluista, jolloin jo tästä muodostuu 150k-m² taloon 15000€ kustannukset. Saman arvion esittää Karjalainen (2016). Townhouse-talojen rakentamisen kannalta järkevämpien poistumistiesuunnitelmien ja sammutuslaitteistojen pakkoasentamisen poistamisella voitaisiin saada helposti järkeviä kustannussäästöjä ja vähentää ylläpidettävien järjestelmien määrää. Ylläpidolla on myös hintansa, sillä automaattinen sammutusjärjestelmä tulee puu(kerros)taloissa testata vähintään neljän vuoden välein.

Rakennusmääräyskokoelmaa uudistetaan ja puurakentamista halutaan edistää valtion tasolla. CLT-rakenteita tulisi tutkia ja järkevöittää palomääräysten puolesta, sillä kuten Karacabeyli ja Douglas (2013) mainitsee, CLT ei käyttäydy palotilanteissa sahatavaran tavoin, mutta tällä hetkellä sitä säädellään kuten normaalia puutavaraa. Tarkemmalla palotestauksella voidaan mahdollisesti vähentää turhia verhoiluja ja esimerkiksi keventää rakenteita. Uusissa palomääräyksissä tullaan siirtymään esimerkiksi korkeusrajoitteisista määräyksistä metrirajoituksiin ja sisä- että ulkoeristysten palomääräyksiä pyritään muuttamaan. (laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 126 a §; Jantunen 2017)

Puurakenteisen, teollisesti tuotetun townhouse-talon rakentamisessa tulevaisuudessa yleistyvien insinööripuutuotteiden rooli on tärkeä. Kaikkien ei-vaadittujen rakennusosien kuten levytysten poistaminen ja sääntöjen keventäminen tuottavat tärkeitä kustannussäästöjä, joiden avulla esimerkiksi puurunkoista, kolmikerroksista, insinööripuutuotteista rakentuvaa townhouse-taloa voidaan tuottaa edullisemmin ja kevyemmin. Insinööripuutuotteiden imagovaikutusta ja ennakoluulojen määrää on vaikea mitata numeerisesti. Ennakoluulojen kumoaminen ja teollisesti tuotettujen puutuotteiden ja niistä rakentuvien talojen paloturvallisuuden arviointi vaikuttavat puurakenteisten pientalojen ja sitä myötä townhouse-talojen haluttavuuteen.

6.4. Townhouse-talojen rakennuttaminen

6.4.1. Omatoimi- ja ryhmärakennuttaminen

Violankadun hankkeen kustannustehokkuuteen vaikutti useita tekijöitä: Omalla työllä ja yhdistämällä massoja saavutettiin huomattavia säästöjä, sillä ryhmän sisältä löytyi ydinryhmä, joka suoritti monta työtehtävää. Toistuvat rakenteet, yhtäaikaaisesti toteutettu rakennushanke, tehokas projektijohto ja hallinnanjakosopimukset loivat edellytykset saavuttaa kustannustavoitteet. Ryhmä toteutti itsenäisesti uudistalojen tontinkäyttösuunnitelman, hankesuunnittelun, asuntojen suunnittelun, erikoissuunnitelmien yhteensovituksen, hankintatehtävät, projektijohtotehtävät ja työmaavalvonnan. Koska alkuperäistä kustannusarviota Violanpuiston kohteista ei ole saatavilla, turvaudutaan

kustannussäästöjen peilaamisessa tekemään vertailua indeksitaloon 2017. Verraten kappaleen 4.1 esiteltyihin henkisen rakennuttamisen noin 19% osuuteen voidaan ajatella, että omalla työpanoksella saavutettiin etenkin rakennuttamisen puolella merkittäviä säästöjä.

Noin neljäs- ja viidesosan kokonaissäästöt korreloivat myös Schuster (2005) mainitsemien Stuttgartin ryhmärakennushankkeiden jopa noin 25-30% kustannussäästöjen kanssa. Vastapainona Ahlman ym. (2010) kuitenkin toteaa, että säästöjen eteen on tehtävä merkittävästi enemmän amatöörin töitä. Violanpuiston raportista ei käy ilmi kokonaistymäärää, mutta Ullrich (2014) mainitsema noin 20% oman kokonaistymäärän lisääminen ryhmätöyhankkeissa Schusterin (2005) mainitsemien säästöjen saavuttamiseksi voidaan pitää suuntaa antavana.

Violanpuiston kaltaisten ryhmärakennushankkeiden rooli kohtuuhintaisten townhouse-talojen rakentamisessa on tärkeä, vaikka ryhmärakennuttaminen ei ole vieläkään saavuttanut suurempaa suosiota: Malli on edelleen marginaalinen muihin vaihtoehtoihin verrattuna eikä se ole saavuttanut samanlaista suosiota, kuin Ullrich (2014) mainitsee Saksan osalta. Ryhmärakennuttaminen hakee edelleen muotoaan ja sisältää edelleen haasteita. Sekä arkkitehtuurin professorin sekä kahdessa kaupungin edustajan haastatteluissa todettiin, että ryhmärakennuttamisprojekteja on toteutunut 2000-luvun alussa ja 2010-luvun alussa, mutta havaittavaa on, että ryhmärakennuttamisprojektit ovat hiipuneet, vaikka tontteja edelleen annetaan jakoon, kuten kappaleessa 4.3 todettiin.

Ryhmärakennuttamishankkeisiin suhtauduttiin toiveikkaasti useassa tässä työssä käytetyssä townhouse-taloja tutkivissa lähteissä sekä haastatteluissa. Vuosien 2008 ja 2011 vaikeuksien jälkeen on rakennusalalla valtava määrä projektien aloituksia ja pääkaupunkiseudulla myydään asuntoja huomattavasti kovempaa vauhtia verrattuna viime vuosiin, kuten Kurki (2017) esittää. Rakennuttajat rakentavat kerrostaloasuntoja pääkaupunkiseudulle huimaa vauhtia, mutta suhdanne ei ole näkynyt varsinaisesti ryhmärakennuttamisen hankkeiden määrässä eikä kiinnostuksessa kaupunkipientalohankkeissa.

Sekä kirjallisuusosassa että esimerkiksi aluesuunnittelun edustajien haastatteluissa arveltiin ryhmärakennuttamisen suureksi ongelmaksi hankkeiden rahoitus: Ryhmärakennuttamisessa ryhmien jäsenet vastaavat itse rahoituksensa ja mahdollisten lainojen hankkimisesta. Tämä tarkoittaa, että varallisuutta tulee olla etukäteen hankittuna, tai olla vakuuksia, joita vastaan rahoituslaitokset voivat myöntää lainaa. Mead ym. (2013) mainitsee, että esimerkiksi Saraco Oy:n rakennuttamassa as.oy-muotoisessa ryhmärakennuttamishankkeessa osakkaiden tulee järjestää henkilökohtaisesti oma rahoitus ja osoittaa mahdollisuudet rahoittaa huoneiston hankintakustannus ennen kuin asunto voidaan varata. Verrattuna esimerkiksi kerrostalojen gryndikohteisiin, joissa velallinen myyntihinta huoneistolle/asunnolle voi olla huomattavasti pienempi, vaatii ryhmärakennuttaminen enemmän taustapainotteisempaa rahoitusta. Aatsalon (2016) artikkelissa mainitaan esimerkki: Ryhmärakennuttamiskohteissa vaadittu 30-40% omarahoitusosuus vastaa noin 60 k-m² ja 300000 euron hintaisessa asunnossa noin 90000-120000 euroa.

Rakennuttajakonsulttien toiminta on käytännössä suunnittelua ja projektijohtoa. Konsulttina toimiminen on varoja ja aikaa etukäteen sitouttavaa, sillä tonttivarauksen ja ryhmärakennuttamisen asukkaiden kokoamisen välisenä aikana, jolloin konsultti valmistelee projektin, ei konsultille realisoitu palkkioita. Tällöin puhutaan takapainotteisesta liiketoiminnasta. Palkkiot alkavat realisoitua vasta, kun ryhmärakennuttajat alkavat maksaa konsultille palkkioita konsultin työstä. Tonttiosaston edustajan nosti esille samat ryhmärakentamisen rahoitukseen ja vakuuksiin liittyvät ongelmat kuin kirjallisuusselvityksessä. Lakimuutos 2015 mahdollisti kuitenkin sen, että ryhmärakentamislakia sovelletaan sekä asuntoyhtiö- että kiinteistömuotoisiin hankkeisiin, joka helpottaa rakennuttajakonsulttivetoisten ryhmärakennushankkeiden rahoitusjärjestelyitä taloyhtiölainoilla.

Rahoittamisen suhteen haasteet on siis tunnistettu ja rahoitusta on helpotettu. Tässä suhteessa kehitystä on tapahtunut, ja rakennuttajakonsulttivetoisissa hankkeissa rahoitustapa voidaan toteuttaa gryndereiden uudiskohteiden tavoin esimerkiksi pääomavastikkeilla tai maksusitoumuksilla. Työssä tapaustutkimuksena käytetyn Violanpuiston loppuraportissa Ahlman ym. (2010) listaa, että ryhmärakennuttamisprojektin yksi hyvistä puolista oli mahdollisuus taloudellisiin säästöihin ja vaikutusvalta omalla aktiivisuudella. Huonoina puolina mainittuun työtaakka ja rakennuttamisen taloudellinen riski.

Yhtenä kehitysehdotuksena ryhmärakennuttamiselle haastatteluissa mainittiin myös townhouse-talojen ryhmien kokojen pitäminen suhteellisen pienenä. Tällöin ryhmän muodostaminen on helpompaa; on helpompaa löytää kolmesta viiteen samanhenkistä rakentajaa kuin lähemmäs kymmentä henkilöä. Saman toteaa loppuraportissaan Ahlman ym. (2010). Kääntöpuolena pienelle koolle on rakennettavien massojen pienentyminen ja sitä myötä ryhmärakennuttamisella saatavat edut. Ryhmillä voi olla myös mahdollisuutta jakaa suurempia kokonaisuuksia osiin, kuten Violanpuiston tapauksessa, jossa suurempi yhtiö jaettiin neljään pienempään taloyhtiöön, joista kolmelle löydettiin tuotantoa edullisemmaksi muuttanut yhteinen asuntokehys.

Tonttiosaston edustajan haastattelussa mainittiin myös, että iso osa ryhmärakentamiselle, ja ennen kaikkea townhouse-rakentamiselle sopivista tonteista on jo käytetty. Esimerkiksi Helsingin alueella townhouse-taloilla voidaan toteuttaa täydennysrakentamista, mutta tällaisissa vaihtoehtoissa tonttiosastoa työllistävät omatoimi- ja ryhmärakentajat eivät ole suosiossa. Tonttiosaston edustajan mukaan tulee muistaa, että mitä hankalampaan ja arvokkaampaan paikkaan rakennetaan, sitä enemmän korostuvat ammattitaito ja aikataulu.

Edellä mainittu on ristiriidassa kappaleessa 4.2. esitettyjen Helsingin kaupungin Helsinki-pientaloja suosivien vuokratontti-ilmoitusten kanssa: Helsingin kaupunki asetti vuoden 2017 lopussa haettavaksi 84 vuokratonttia pääasiassa omatoimiselle rakentamiselle. Tonteista yksi jopa sijaitsee townhouse-alueella Alppikylässä ja muista tonteista suuri osa alueilla, jonne townhouse-tyylinen rakentaminen soveltuisi yhtä hyvin kuin Helsinki-kaupunkipientalojen. Molemmat talotyyppit jakavat saman ajatuksen urbaanista perhepainotteisesta täydennys- ja pieneen tilaan rakentamisesta. 2017 hakuun tulleet vuokratontit soveltuisivat hyvin myös ryhmärakennuskohteiksi townhouse-hankkeille.

6.4.2. Valmiin talon ostaminen

Pientalojen rakentajat ovat Strandell (2017) ja Huttunen ym. (2015) mukaan kiinnostuneita townhouse-taloista, mutta esteiksi muodostuvat esimerkiksi kustannukset ja tarjonta: Jos townhouse-taloja ostetaan gryndereiltä ja ne rakennetaan lähelle keskusta-alueita, talot hinnoitellaan markkinahinnan mukaan hyvin hintaviksi. Taloja on helppo markkinoida poikkeukselliseksi, sillä taloissa pääsee asumaan omakotimaisemmin kuin saman alueen kerrostalohuoneistossa. Korkea markkinahinta johtaa siihen, että kaupungin puolelta toivottujen ostajakuntien maksukyky ei riitä eikä townhouse-talo enää edusta kohtuuhintaista urbaania kaupunkipientaloa. Lisäksi grynderillä on eri motiivit liittyen saavutettuun rakennuksen lopputulokseen, kuten Pulkkinen (2011) toteaa.

Jos townhouse-talo ostetaan – omalle, tai kaupungilta vuokratulle tontille – talopakettina tai valmiiksi rakennettuna, menetetään omalla työllä saatavat säästöt, sillä vastapainolla, että prosessi on helppo. Talonrakentajat ovat kuitenkin toistaiseksi suhteutuneet skeptisesti townhouse-taloihin, joten tarjonnan puute rajaa puutalojen kohdalla tämän vaihtoehdon pois.

Täysin esivalmistettujen tai muutoin teollisesti tuotettujen talojen on todettu olevan huomattavasti huokeampi pientalon hankintatapa verrattuna paikallaanrakentamiseen tai elementtirakentamiseen (Taulukko 2).

Esivalmistettujen talojen rakentaminen asettaa rajoituksia talon koolle, muodolle ja pohjapinnoille (rinnatalo ja korkeusvaihtelut), mutta esimerkiksi Ormuspellon ja Alppikylän kohteiden townhouse-taloissa talojen esivalmistaminen Teijo-Talojen tai tilaelementtien konseptilla olisi mahdollista. Koko hanke olisi prosesseiksi karrikoiduna huomattavasti tuotteistetumpi; ostaja ostaa esirakennetun tontin kaupungilta, tilaa talonsa valmiiksi toimitettavana paikalleen, rakennus kuljetetaan ja asennetaan sekä viimeistellään valmiille perustukselle, viimeistellään ja luovutetaan asukkaalle. Erilaiset rajapinnat kohtaavat sopiessaan toimitussisällöistä ja toimituksista, ostetut tuotteet ovat valmiita rakennusvaiheita eli erilaisilta usean tahon vastuurajoilta esimerkiksi rungon ja kattorakenteiden rakentamisen välillä välttyään. Prosesseiksi käännettynä hanke kuulostaa huomattavasti helpommalta kuin omatoiminen rakentaminen ja eri urakoitsijoiden käyttäminen, joten ei ole syytä ihmetellä jatkuvasti kasvavaa talopakettien osuutta pientalojen rakentamisessa.

6.4.3. Pohjarakentaminen

Pohjarakentaminen ja rakennusten perustaminen tulisi toteuttaa mahdollisimman pitkälle yhteistyössä. Kappaleessa 4.1 esitettyjen kustannusten muodostumisten mukaan pohjarakentamisen osuus on noin 16% koko pientalohankkeesta. Suhteellisen suurta kuluerää voidaan pienentää synergiaeduilla, materiaalivalinnoilla ja mittakaavaeduilla: Pohjarakentaminen vaatii poikkeuksetta raskasta rakentamiskalustoa. Kaluston käyttöasteen parantaminen pienentää esimerkiksi kalustovuokraa ja työvoiman tarvetta. Samalla esimerkiksi betonirakenteet, pohjanvahvistustyöt ja massanvaihdot voidaan suorittaa tehokkaasti yhteistyössä.

Pohjarakentaminen tulisi ottaa jo aluesuunnittelussa esiin ennen hankesuunnittelua. Jos suunnitellaan esimerkiksi Kangasalan kytkettyjen pientalojen kaltaisia alueita, on huomattavasti helpompaa, jos kaikki rakennukset korttelissa saadaan rakennettua valmiille rakennusaluealle, kuten Ormuspellossa. Tällöin esimerkiksi sade- ja hulevesien käsittely on esirakennettu tonteille, eikä jokaisen tarvitse omalle, kapealle tontilleen suunnitella ja rakentaa omia ratkaisuja. Sama koskee esimerkiksi (mahdollista) kaukolämpöä ja kunnallistekniikkaa. Alueen esirakentaminen niin, että tietöiden yhteydessä rakennetaan alueelle valmis kunnallistekniikka, kaukolämpöverkko, massanvaihdot ja perustuksen pohja, tekee rakentamisesta omatoimi- ja ryhmärakennuttajalle helpompaa. Rakennustuottajille, joilla on kyky ja kalusto suorittaa pohjarakentamistyötä, tämä ei ole välttämättä edullisin vaihtoehto. Toistaiseksi kuitenkin townhouse-hankkeisiin ei ole ryhtynyt suuria yrityksiä lukuunottamatta Skanskan rakentamaa Omenamäen kohdetta (joka kuitenkin muistuttaa rakennustavoiltaan enemmänkin rivitaloa).

Esimerkiksi yhteiset, suuret pohjalaatat, jotka Kalasatamaan Brygään rakennettiin ja jollaiset case-tutkimuskohteeseen on suunniteltu, mahdollistavat ylimääräisten ja turhien anturoiden poisjättämisen (joita toteutettiin Teeri-Villilässä) ja tehokkaan pohjarakentamistyön. Tällöin esimerkiksi kevytbetonirakenteinen sokkeli voidaan rakentaa suoraan valmiille pinnalle. Townhouse-omakotitalojen tapauksessa tämä tarkoittaa erilaisten rasisussopimusten tai yhteiskäyttösopimusten laadintaa. Taloyhtiöiden tapauksessa erillisiä rasisussopimuksia ei tarvita.

Yhteiset perustamistarpeet poistavat myös riskejä ja helpottavat naapurirakentamista. Työn yhdessä haastattelussa tuotiin esiin tilanne, jossa esimerkiksi kahden yksikön väliin jää yksi rakentamaton tontti. Tällöin perustustöiden suorittaminen on erittäin vaivalloista, jos mitään pohjarakentamistyötä ei ole tehty. Toisessa haastattelussa mainittiin myös, että hankalilla mailla pohjarakentaminen aiheuttaa myös riskejä jo valmiille naapuritaloille, kuten Terzaghi ym. (1996) toteaa. Esimerkiksi paalutustyöt tuottavat läheisiin rakennuksiin riskejä aiempien paalutustöiden nousuista sekä esimerkiksi seinäpintojen halkeiluista (RIL 2016), ja erilaiset tuki- ja ahtausongelmat lisäävät entisestään perustusten vaatimien töiden hintaa. Jos rakennukset sijaitsevat kantavilla, rakennusvalmiilla laatoilla, kuten Ormuspellossa, ei väliin tyhjäksi jäävän rakennuksen rakentamisesta aiheudu naapureille vastaavassa määrin pohjatyöhaittoja.

6.5. Tuotanto ja toimitusketjut

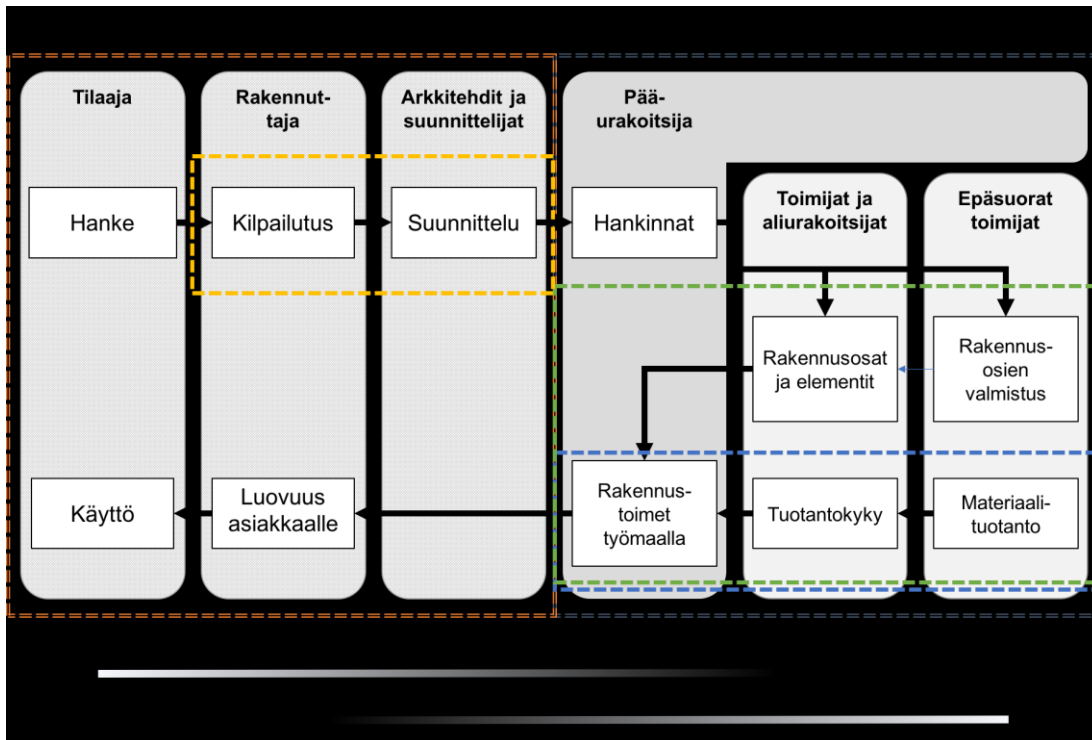
Koskela ym. (2003) mukaan rakentamisen tuottavuuden haasteita hoidetaan lyhytkatseisesti: ongelma tulisi ratkaista systemaattisemmin ja perusteellisemmin ongelmanratkaisun keinoin. Koskela ym. (2003) esittävät neljä kysymystä rakennusalan ongelmanratkaisuun, joiden perusteella ratkaisuja voidaan analysoida:

1. Onko olemassa selitystä, miksi esitetty ratkaisu toimisi?
2. Onko olemassa empiiristä todistetta siitä, että esitetty ratkaisu tarjoaa etsittyä hyötyä?
3. Onko esitetty ratkaisu itseriittoinen, vai tarvitseeko se ympäristössään muutoksia toimiakseen tehokkaasti?
4. Jos ratkaisu on tuotu muista aihepiireistä: Onko ratkaisua kokeellisesti tai empiirisesti sovellettu toimivaksi rakentamiseen liittyen?

Koskela ym. (2003) esittämät neljä ratkaisukysymystä täyttyvät uusien, teollisesti valmistettujen elementtiratkaisujen avulla yhdessä moduulirakentamisen ratkaisujen kanssa. Teollisen puurakenteisen townhouse-tuotantokonseptin suunnittelu vaatii yhteistyötä kaikilta osapuolilta tuotanto- ja toimitusketjuissa. Lopputuotteen eli valmiin konseptin tavoitteet määrittävät, mitä kaikkea teolliselta valmistusprosessilta halutaan. Erittäin massaräätälöitävä, loppuun asti teollisesti valmistettu puurakennekonsepti vaatii 2000-luvun alussa suunniteltujen platform-järjestelmien kaltaisia valmiskäyttöisiä ratkaisuja niin townhouse-rakennusten suunnittelijoilta kuin esimerkiksi CLT-levyjen tuotantolinjojen osalta, kuten Nykänen ym. (2017) esittävät. Yhteistyötä vaaditaan koko rakennusalaan, jotta uusiin ratkaisuihin ja kustannussäästöihin voidaan päästä: Suunnittelun ja tuotannon tulee vakioitua ja päästä pois pilottimaisuudesta. Kustannustehokkaisiin ratkaisuihin on mahdollista päästä, jos mittakaavaedut ja toistuvuus voidaan maksimoida ja mahdollisimman pienillä muutoksilla voidaan tuottaa samoilta tuotantoalustoilta useita eri tuotteita.

Puuelementtitehtaan edustajan mukaan puuelementtiteollisuus tekee yhteistyötä suurempien talonrakennusosapuolten, kuten talonrakennuttajien ja grynderien, kanssa. Talonrakennusliikkeen haastattelussa mainittiin, että toinen puuelementtitehdas oli ottanut yhteyttä yhteistyömerkeissä talotehtaan kanssa; yhteistyölle ollaan avaamassa väyliä suurten rakennusliikkeiden kanssa. Pienempien toimijoiden, kuten rakennuttajakonsulttien on vaikeampi solmia vastaavanlaista yhteistyötä, jos kohteena on esimerkiksi vain puuelementtitehtaalte verrattain pieni valmistussarja. Tällöin tuotannon sovittaminen suunnitelmiin on verrattain kallista eikä se edusta yhtä kustannustehokasta ratkaisua, kuin suurempien yritysten kohdalla. Tuotannon *kysynnän* muuttuminen *tarjontaan* eli valmiiden sovellusten ja tuotteiden tarjontaan muuttaisi suunnittelua tuoteperusteisemmaksi, joka on tuotannon kannalta vakioidumpaa ja helpompaa ja myös pienemmille toimijoille helpommin saavutettavaa (Nykänen ym. 2017)

Toimitusketjut ovat tällä hetkellä hankalia omaehtoisen ryhmärakennuttajien kannalta, sillä edellä mainittu yhteistyöhalukkuuden vähyys sekä valmiiden ratkaisujen puute ajavat puurakentamisen käyttämään perinteisempiä tuotantomenetelmiä. Perinteiset tuotantomenetelmät, kuten rankarakentaminen, perustuvat niin ikään vakioituihin tapoihin, jotka tulisi toisin sanoen uudistaa uusiksi, elementtiperusteisiksi vakioituiksi tavoiksi vakioidun sahatavaran rinnalle.

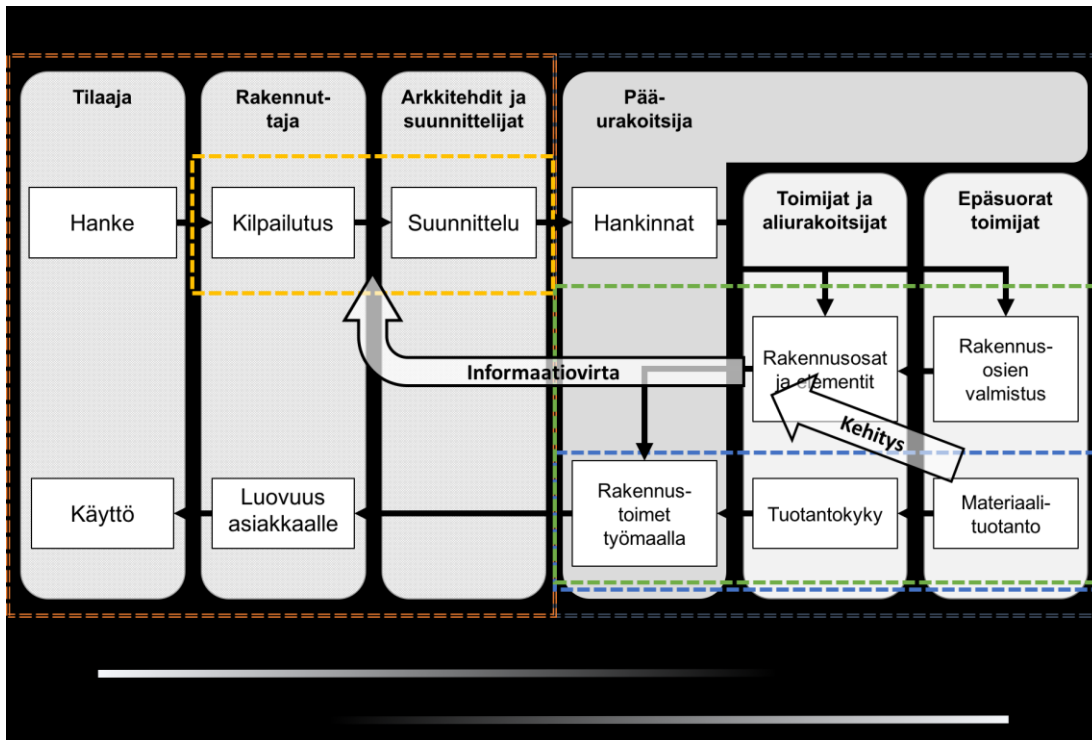


Kuva 26. Rakennushankkeen toimitusketjun toimijat ja prosessit. Lähde: Koskela ja Vrihoef 2000, muokannut Olli Koskinen.

Kuva 26 toimitusketju voidaan jakaa kahteen suurempaan kokonaisuuteen: Tilausten, suunnittelun ja rakennuttamisen kokonaisuuteen (oranssi kaksoiskatkoviiva) sekä rakentamisen ja tuotannon kokonaisuuteen (harmaa kaksoiskatkoviiva).

Jotta edellä mainittuja tuotteita ja tuotantoa voitaisiin kehittää enemmän tilaajien puolta palveleviksi, tulisi informaatiovirtojen kulku ohjata myös takaisin. Tämä korostuu erityisesti esivalmistuksessa ja moduulirakentamisessa, jossa suunnittelu on etupainotteisempaa verrattuna tavalliseen rakentamiseen. Muutos on esitetty kuvassa 27. Pääurakoitsijan kokonaisuuden, johon kuuluvat toimijat ja aliurakoitsijat ja epäsuorat toimijat (vihreä katkoviiva), tulisi yhdessä materiaalituotannon, tuotantokyvyn ja rakennustoimien (sinisen katkoviivan) asettamien rajoitteiden puitteissa informoida tilausten, suunnittelun ja rakennuttamisen tahoja (oranssilla katkoviivalla). Prosessiin vaadittaisiin eräänlainen takaisinkytkentä, jotta teollisia ratkaisuja voitaisiin kehittää ja saada konseptinomaisesti tarjolle. Toisin sanoen luoda informaatiovirtaa tarjotuista ratkaisuista esimerkiksi rakennejärjestelmien muodossa.

Tuotekehitys suosii tällä hetkellä suurempia kokonaisuuksia rakennuttavia tahoja, sillä suurten massojen valmistaminen kiinnostaa pääurakoitsijan (vihreä katkoviiva) osa-aluetta. Suurempien rakennuttajien ratkaisuista ja mahdollisista valmiista tuotantosuunnitelmista sekä esivalmistusvaihtoehtoista tulisi informoida rakennuttajaa ja suunnittelijoita (keltaisen katkoviivan osa-aluetta), jotta esivalmistettujen ja tuotannon kannalta optimaalisten ratkaisujen käyttö voisi yleistyä. Nykyinen yhteistyö toimii lähinnä rakentamisen ja tuotannon kokonaisuuden (harmaan kaksoiskatkoviiva) sisäpuolella, mutta esivalmisteisten ja elementtiperusteisten ratkaisuiden käyttö tulee ottaa huomioon heti suunnittelun alkuvaiheessa.



Kuva 27. Rakennushankkeen toimitusketjun toimijat ja prosessit, johon on lisätty takaisinkytkentä rakennusjärjestelmien kehityksestä. Lähde: Koskela ja Vrihoef 2000, muokannut Olli Koskinen.

6.6. Asukkaiden osallistuminen ja asuntojen hallintamuodot

Omakotitalon ajatuksena sen rakennuttajalle on saada aikaan omat asuinvaatimukset täyttävä talo, josta on mahdollisuus suunnitella ja rakennuttaa mahdollisimman omanlainen. Sama tavoite pätee townhouse-rakentamiseen, sillä ajatuksena on tuottaa asukkaiden ehdoilla omakotitalomaista asumista hallintamuodosta ja omistuksesta riippumatta.

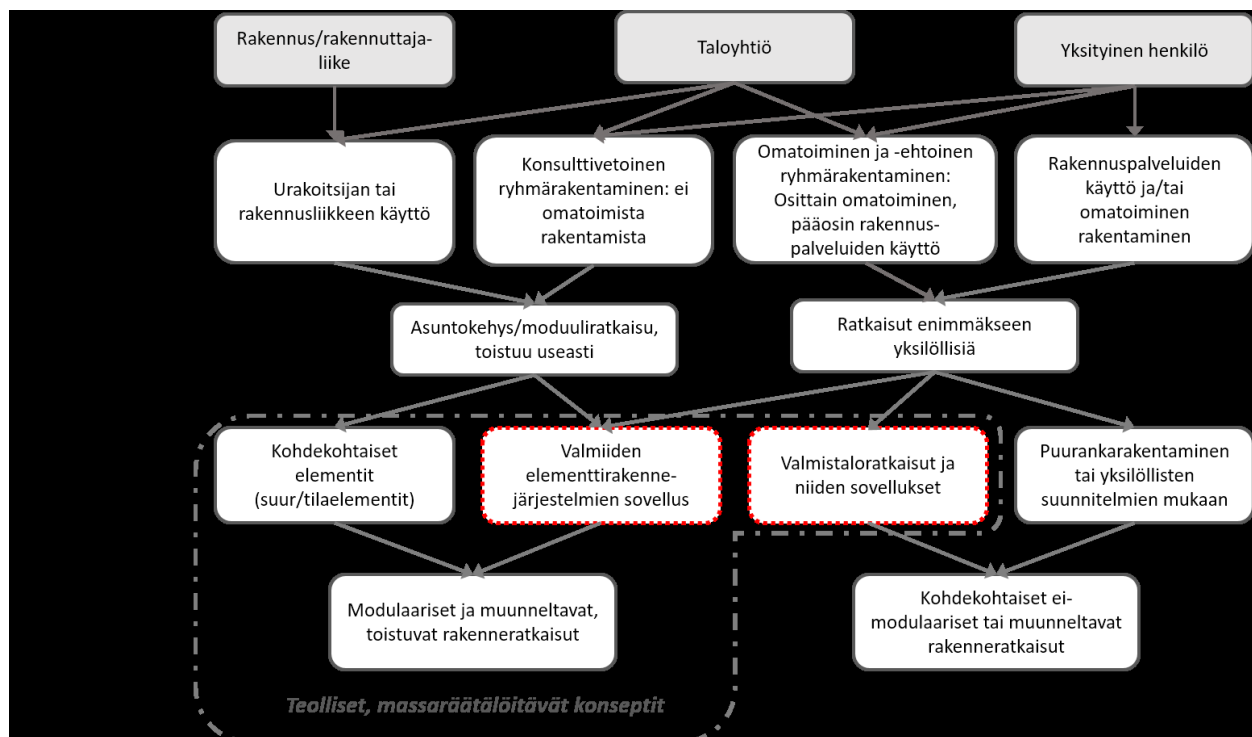
Yksityishenkilöiden rakennuttamissa townhouse-taloissa on selvää, että asukas voi rakentaa talosta rakennuslupiansa puitteissa sellaisen kuin haluaa. Tällöin rakentaminen on riippumatta rakennuttamistavasta puhtaasti asukaslähtöistä, ja vaihtoehto on usein kallein: erilaisia etuja massoista tai määristä ei synny, mikäli yhteistyötä ei tehdä yhdessä toisten rakentajien kanssa. Jos townhouse-talot tuotetaan ryhmärakennuttamalla, voidaan helposti hyödyntää jo toistuvia rakennusvaiheita, joiden päälle toistuvat hankinnat ja suunnitelmat auttavat pienentämään kustannuksia.

Jos hanke rakennetaan ryhmärakennuttamisella ja kokonaisuus muodostaa yhteisen taloyhtiön, tulee tulevien yksiköiden räätälöinti suunnitella. Jos hallintamuoto on taloyhtiöpohjainen (asunto-osakeyhtiö), asunnot jaetaan lain perusteella osakkeiksi (asunto-osakeyhtiölaki, luku 1). Asukkaat toimivat käytännössä osakkeiden haltijoina, ja heillä on käyttöoikeus tiettyihin osakkeiden muodostamiin kokonaisuuksiin (käytännössä yksikkö townhouse-kokonaisuudesta). Yhtiön kulut jaotellaan tyypillisesti osakkeiden mukaan vastikeperusteisesti, eli kulut jakautuvat osakkeiden omistuskannan mukaan. Tähän liittyy Ahlman ym. (2010) käyttämä samanarvoisuuden käsite: Violankadun ryhmärakennusprojektissa todettiin, että alun perin kaikki osallistuvat tahot halusivat erilaisia ratkaisuja, ja toteutuneiden uudistalojen toistuva malliratkaisu on yhteistyön tulos, joka tyydytti eri osapuolia.

Hallinnointi määrittää myös muutamia rakennusteknisiä seikkoja: Omakotitalojen välissä tulee yhtenäisen seinärakenteen olla molemmin puolin suojattu ja ulkoseinät ovat talokohtaisia. Lisäksi palo-osastointi tulee nousta kattopintojen yläpuolelle. Perusajatus on, että talot tulee voida purkaa ja rakentaa omatoimisesti. Sama koskee talojen perustuksia; taloilla on yhteiset perustukset omilla tonteillaan. Molemmat tekijät lisäävät useilla tuhansilla euroilla rakennuskustannuksia, sillä ulospäin näkyviä, epäsuorasti turhia rakenteita rakennetaan talojen välille. Taloyhtiöissä rakennusten ei tarvitse olla omia yksiköitään, vaan niille riittää, että ne muodostavat yhdessä eheän kokonaisuuden.

6.7. Kustannustehokkaat townhouse-talojen tuotantomenetelmät

Tutkimustulosten mukaan kustannustehokkaita, puurakenteisia, teollisesti tuotettuja townhouse-taloja tulee tuottaa eri tavoin tavoitekohtaisesti riippuen rakennuttajasta, rakentajasta, toistuvista ratkaisuista, tuotantotavasta ja valituista rakenneratkaisuista. Kuvassa 28 on esitetty kaavio, jonka mukaan voidaan päätellä järkevintä käytettävää rakennustapaa ja rakenneratkaisuja moderniin puurakenteiseen townhouse-taloon.



Kuva 28. Rakennuttavan tahon ja tuotantoratkaisujen vaihtoehtojen riippuvuudet townhouse-talojen tuotannossa.

Kuvan 28 punaisten katkoviivojen (valmiiden elementtirakennejärjestelmien sovellukset ja valmistaloratkaisut) osat edustavat rakennustapoja ja mahdollisuuksia, joita ei toistaiseksi puurakenteisille townhouse-taloille ole olemassa. Suurin osa Suomeen rakennetuista townhouse-kohteista on rakennettu oikean alakulman kohdekohtaisina, ei-modulaarisina yksilöratkaisuihin. Ainoa suurempi toistuva hanke, Omenämäki, edustaa kohtien 4 ja 5 vasenta reunaa, jossa suureen kohteeseen on tuotettu suurelementtejä ja rakenteet ovat toistuvia. Kustannustehokkaan teollisesti tuotetun tuotantokonseptin tulisi perustua joko hankekonseptia varten tuotettuihin suur- ja tilaelementteihin tai niiden vakioituihin sovelluksiin. Asuntokonsepti on tällöin helppo adaptoida erilaisiin kortteliratkaisuihin ja asemakaavoituksiin vastaamaan vaatimuksia.

Tutkimustulosten mukaan voidaan johtaa taulukon 6 mukaiset tulokset.

Taulukko 6. Kustannustehokkaimman konseptin taulukkohahmotelma rakennuttajittain.

Rakennusliike/rakennuttajayritys	Tuotanto ja konsepti	Townhouse-korttelin kustannustehokkain konsepti on suunnitella ja tuottaa modulaarisia, samoihin asuntokehyksiin tai rakenneratkaisuihin perustuvia, toistuvia yksiköitä, joilla voidaan tuottaa esimerkiksi koko korttelialue perustuen samoihin ratkaisuihin. Konseptin tulee kattaa koko toteuttaminen pohjarakentamisesta sisätilojen tuotantoon. Sekä sisätilojen että talorivien tulee perustua moduulijakoihin, jolloin pohjatöistä alkaen on mahdollista hyödyntää moduulirakentamisen etuja. Tuottaminen tulee perustua tuotantomäärien rajoissa vakioituun omaan rakennusjärjestelmään tai avoimiin, valmiisiin rakennejärjestelmiin.
	Materiaalit ja rakennusosat	Uudet insinööripuumateriaalit mahdollistavat tehdasmaisemman ja esivalmistuspainotteisemman rakennusosien tuotannon, joiden avulla tuotannon läpimenoajat ovat nopeampia, jätteiden määrä vähenee, saavutettu laatu on parempaa ja asentamisaajat lyhenevät. Moderneilla puurakennusosilla voidaan valmistaa entistä suurempia ja muunneltavampia elementtejä.
	Toimitusketjut ja yhteistyö	Rakennuttajien tulee toimia yhteistyössä rakenteiden tuottajien, kuten puuelementtitehtaiden kanssa ja rakentaa yhteinen, koko toimitusketjun kattava konsepti. Konseptiin tulee sovittaa erilaiset muuntelun ja asiakkaiden suunnitelmien mahdollisuudet, jotta konsepti on joustava erilaisiin olosuhteisiin ja tarvittaviin kaavoitusten vaatimiin muutoksiin. Mahdollisten laajempien alueiden rakentamisessa tulee toimia yhteistyössä aluesuunnittelun kanssa niin, että molemmat osapuolet voivat myötävaikuttaa turhien ratkaisujen poistamiseen esimerkiksi kumppanuuskaavoituksella.
	Tilaajan työvoimapanos	Konseptissa rakennustyön hoitaa henkilöstö, jolla tulee olla materiaaleista ja ratkaisuista johtuen kokemusta rakennusjärjestelmästä.
Ryhmärakentaminen	Tuotanto ja konsepti	Tavoitteena on hyödyntää mahdollisimman paljon rakennejärjestelmien ja olemassa olevien tuotteiden käyttöä. Jos mittakaava on tarpeeksi suuri, on kustannustehokkain tuotantotapa vastaava kuin rakennusliikkeiden konsepti. Pienemmässä mittakaavassa (vain muutama townhouse-yksikkö) kustannustehokkain konsepti lähestyy omatoimisen rakentamisen ratkaisua.
	Materiaalit ja rakennusosat	Rakennettavien townhouse-yksiköiden määrän kasvaessa suurelementit ja tilaelementit parantavat kannattavuuttaan. Muutamien yksiköiden tapauksessa tulee tutkia puurankarakentamisen ja elementtirakentamisen väliset kokonaiskustannukset.
	Toimitusketjut ja yhteistyö	Suurempi mittakaava parantaa kustannustehokkuutta ja mahdollistaa esimerkiksi suunnitellun asuntokehysten ja räätälöidyt tuotantosarjat pienemmällä hinnalla. Ryhmärakennuttajan vetäjän, urakoitsijan tai rakennuskonsultin tulee toimia varhaisessa vaiheessa hankesuunnittelua yhteistyössä rakennusosien toimittajan kanssa, jos ratkaisut eivät perustu avoimiin rakennusjärjestelmiin.
	Tilaajan työvoimapanos	Ryhmän omalla työpanoksella voidaan pienentää henkisen rakennuttamisen kustannuksia ja hoitaa esimerkiksi talkootyönä pieniä, ammattiosaamista vaatimattomia työtehtäviä.
Omatoiminen rakentaminen	Tuotanto ja konsepti	Kustannustehokkaassa tuotannossa rakentamisen tulee perustua markkinoilta saataviin vakioratkaisujen tai valmistalojen/avointen rakennejärjestelmien avulla rakennettaviin toteutuksiin. Hankesuunnittelussa tulee huomioida oma käytettävä työpanos ja sen vaikutukset rakennustapaan.
	Materiaalit ja rakennusosat	Puurankarakentaminen ja vakioitujen elementtien käyttö mahdollistavat oman osallistumisen ja pienentävät tarvittavan asennuslaitteiston ja erikoissuunnittelun ja -rakentamisen määrää.
	Toimitusketjut ja yhteistyö	Yksittäisten townhouse-talojen tapauksessa yhteistyö samanaikaisesti rakennettavien talojen kanssa esimerkiksi käyttämällä samaa suunnittelijaa/urakoitsijaa vähentää tehtävän työn määrää ja sen avulla kokonaiskustannuksia. Omatoimisessa rakentamisessa tulee pyrkiä yhteistyöhön muiden samanaikaisesti kehitettävien hankkeiden kanssa.
	Tilaajan työvoimapanos	Omalla työpanoksella on mahdollista pienentää merkittävästi rakentamiskustannuksia. Paikallaan rakennettaessa työtehtäviin voi vaikuttaa enemmän. Rakenteiden esivalmistus vähentää osallistumismahdollisuuksia mutta nopeuttaa työmaan rakennusaikoja.

7. Pohdinta

7.1. Johtopäätökset

Puurakenteisten townhouse-talojen rakentaminen on kalliimpaa kuin puurakenteisten kerrostalojen tai rivitalojen johtuen townhouse-talotyypin tavoitteista: townhouse-taloilla pyritään tuottamaan yksilöllisempiä, kiinni toisiinsa rakennettavia omakotimaisia asuntoja, kuten Huttunen ym. (2015) ovat tutkimuksissaan todenneet. Lähtökohta on ristiriidassa muiden nykyisten kustannustehokkaiden pientalojen rakennuskonseptien kanssa, joissa pyritään tuottamaan pelkästään toistuvalla konseptilla tehokkaasti samanlaisia asuinyksiköitä (Smith ja Rice 2015).

Yksilöllisen ja omakotimaisen townhouse-talon tuotannon kustannustehokkuutta parannettaessa tasapainoillaan siis omakotitalomaisten ominaisuuksien ja edullisemman tuotantohinnan välillä, ja joudutaan osin luopumaan townhouse-talotyypin keskeisistä periaatteista: Tuotannon tehokkuuden parantaminen nykyisillä tuotantotekniikoilla ei suosi yksilöllisten ratkaisujen laatimista, eli kasvanutta integraatiota tuotantoprosesseissa (Pero ym. 2015). Pientalorakentamisen teollinen tuotanto ja tehostaminen muuttavat tuotantoa toistuviin ja yhteisratkaisuja hyödyntäviin toteutuksiin, kuten esimerkiksi rivitalotuotannossa.

Kustannustehokkaimman tuotantomenetelmän valintaan vaikuttaa eniten rakennuttavan tahon ja hankkeen koko. Ne määrittävät kuvassa 28 esitetyn kaavion ja taulukossa 6 esitettyjen kohtien mukaan mitä eri tuotantomenetelmiä ja kustannuksia pienentäviä tekijöitä voidaan hyödyntää koko tuotannon kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Tutkimustulosten perusteella eniten kustannuksia muodostavat rakennusmateriaalien ja rakennusosien osuus sekä rakennustyöt. Suunnitellut rakennusosat määrittävät myös rakennustavat ja asennustyöt, jotka tulee ottaa huomioon jo hankesuunnittelussa suunnitelmia laadittaessa niiden suuren kokonaiskustannusvaikutuksen takia (Rouvinen 2012). Suurimmat kustannussäästöt syntyvät, kun rakennusmateriaalien ja -osien ja rakennustöiden tuottavuutta parannetaan ja samanaikaistetaan sekä yhteenrakentaminen suunnitellaan hyvin jo hankesuunnittelusta lähtien. Olennainen osa townhouse-talojen tuotannon parantamisessa on rakentamisen ja rakennettavuuden suunnittelulla sekä esivalmistuksella, rakennustöissä taas mittakaavaeduilla ja samanaikaisuudella. Kustannustehokkuutta eniten parantaviin tuloksiin päästään, kun kaikki taulukossa 6 esitetyt ehdotukset hyödynnetään. Tuotantokonseptin tulee hyödyntää esimerkiksi rivitalojen rakentamisen massatuotannon etuja, mutta rakentaminen tulee tehdä modulaarisella mallilla, joka mahdollistaa omakotitalomaiseen asumiseen vaadittuja kohdekohtaisia räätälöintejä townhouse-talotyypin mukaisesti.

Esivalmistuksella ja uusien insinööripuutuotteiden käytöllä rakennustöitä tulee siirtää helpompiin olosuhteisiin, joissa rakennusosien tuotanto on edullisempaa, nopeampaa ja saavutettava rakentamisen laatu on parempaa, kuten Smith ym. (2015) ja Smith ja Rice (2015) ovat todenneet. Suurempien rakennusmassojen teollisen tuotannon lisääminen esimerkiksi suur- tai tilaelementtejä hyödyntämällä vähentää townhouse-yksikköjen rakennuskustannuksia ja nopeuttaa työmaatoimintaa. Yhtiömuotoisuus helpottaa pohjarakennustöitä, mahdollistaa suurempien massojen yhtäaikaisen rakentamisen ja vähentää turhien rakenteiden rakentamista, joilla on yhdessä suuri kustannusvaikutus, kuten RTS Oy (2017) esittämästä rakennusosien kustannusten jakautumisesta voidaan huomata.

Uutena tutkimustuloksena todettiin, että ryhmärakennuttajien tapauksessa kustannustehokkuuden parantamisen tilanne on kaksijakoinen. Rakennuttamisen kustannustehokkuuden parantaminen on joko omatoimirakennuttajan kaltaisten ratkaisuiden varassa, ellei rakennuttava ryhmä ole tarpeeksi suuri: Usean yksikön toistuvilla ratkaisuilla ryhmärakennuttajien mahdollisuudet kustannussäästöihin paranevat. Tarpeeksi suurella massalla voidaan esimerkiksi rakennusjärjestelmistä poikkeavien puuelementtien tuotannosta tehdä kustannustehokasta ja näin hyötyä samoista elementti- ja moduulirakentamisen eduista, kuin suuremman rakennuttajayrityksen tuotantokonsepteissa.

Townhouse-talojen todettiin soveltuvan hyvin ryhmärakennuttamiseen, kuten Huttunen ym. (2015) ja Ullrich (2014) ovat todenneet. Ryhmärakennuttamisen edistäminen on kustannustehokkuuden parantamisen kannalta tärkeää townhouse-talotuotannossa: Ryhmärakennuttamisen kokemusten kartoittaminen ja lisääminen pientalorakentamisen alalla helpottaisi konseptin kehittämistä sekä yleisesti rakennuttamismuodon tiedon lisäämistä, ja näin kohtuuhintaisten asuntojen tuotantoa, kuten Schuster (2005) on todennut tapahtuneen Saksassa. Alalle syntyisi paitsi kilpailua, myös haastatteluissa mainittuja ryhmärakennuttajien solmukohtia, joissa rakennuttajat voisivat löytää ryhmäkumppaneita, jakaa tietoja, kokemuksia sekä etsiä esimerkiksi urakoitsijoita ja yhteistyötahoja.

Yksittäisille, omatoimisesti rakennettaville townhouse-hankkeille tulee laatia omia valmistaloratkaisuja tai taloille soveltuvia rakennusjärjestelmiä, jotka hyödyntävät teollisesti tuotettuja puuelementtirakenteita. Samanlaisia tuloksia esittää Nykänen ym. (2017) puukerrostalojen osalta, joissa tuotantomenetelmät ovat samankaltaisia. Modernit elementtirakennusjärjestelmät mahdollistaisivat vakioitujen elementtien ja ratkaisujen käytön, jolloin omatoimirakentajalle olisi mahdollista suunnitella townhouse-talo rakentumaan vakioituista sovelluksista, jotka puolestaan vähentävät rakentamisaikoja ja sitä myötä kustannuksia. Esimerkiksi valmiiden ja avointen CLT-rakennusjärjestelmien kehittäminen helpottaa yksilöiden ja ryhmärakentajien suunnittelutyötä (Viljakainen ja Määttänen 1998). Markkinoilta puuttuu myös puurakenteisia townhouse-valmistaloratkaisuja, joista on olemassa massiivikivirakenteisia esimerkkejä.

Monikerroksinen puurakenteinen townhouse kärsii toistaiseksi rakennusmääräyksistä, jotka palo- ja esteettömyysvaatimuksillaan nostavat rakentamiskustannuksia ja vaativat lisärakenteita sekä taloteknisiä järjestelmiä. Aluesuunnittelussa townhouse-rakentamisen kustannustehokkuutta voidaan edistää kaavoituksen ja toteuttajien yhteistyötä lisäämällä sekä tutkimalla uusien, tulevien rakennusmääräysten vaikutuksia. Kaavoituksessa tulee ottaa huomioon muutokset mahdollisimman nopeasti ja erilaisia kaavasäädöksiä tulisi soveltaa mahdollisimman aluekohtaisesti. Voimakas kaupungistuminen ja tarve kohtuuhintaisille asunnoille urbaaneille alueille edellyttävät kaikkien turhien kustannuserien karsintoja. Turhia kustannuksia on mahdollista karsia esimerkiksi laajemmalla kumppanuuskehityksellä, mikä Nousiaisen (2015) lisäksi mainittiin myös useasti empiirisessä tutkimuksessa.

Tuotantoteknisten ja turhien rakenteiden kustannuksia vähentävät vaikutukset tulee huomioida asemakaavoitusten ja rakentamistapaohjeiden poikkeuksissa, jotta kohtuuhintainen rakentaminen urbaanien, kalliiden kaupunkialueiden täydennysrakentamisessa on mahdollista. Tähän liittyen yhtenä uutena tuloksena townhouse-kehitykselle esitettiin kumppanuuskaavoitusta. Sen tulee toteutua yhdessä kaikkien eri osapuolten kanssa: edustettuina tulee olla niin tulevia asukkaita, heitä palvelevia aluesuunnittelijoita kuin toteutuksesta vastaavia rakennuttajia. Esimerkiksi Säterinmetsän kaltainen aluekehityshanke johti Fogelholm (2003) mukaan hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin. Suunnittelu- ja toteutusvaiheen yllätykset jäivät tällöin osallistuttamisen takia rakennuttajille pienemmiksi. Kääntöpuolena on kaikille osallistuville tahoille ja erityisesti kaavoituksen ja aluesuunnittelun edustajille raskaampi ja työllistävämpi prosessi. Kumppanuuskaavoituksen realistisimpana vaihtoehtona voidaan pitää case-tutkimuksen kaltaisen korttelin tapausta.

7.2. Tutkimuksen arviointi

Tämän diplomityön tutkimuksen alkuperäinen lähtökohta oli selvittää kustannustehokkaita tuotantokonsepteja, joilla puurakenteisia townhouse-taloja voitaisiin rakentaa konseptimaisesti, teollisesti ja kustannustehokkaasti. Tavoitteena oli löytää tuotantotapoja, joilla asiakkaalle kohdistuisi kohtuullinen investointikustannus sekä tuottajille houkutteleva ja kannattava tuotesegmentti.

Jo kirjallisuustutkimuksen alkuvaiheessa kävi selväksi, että suurin osa Suomeen rakennetuista townhouse-kohteista on rakennettu omatoimisesti tai kehityshankkeina niin, ettei vertailukelpoisia kohteita tai kustannustietoutta ole saatavilla riittävästi kvantitatiiviseen tutkimukseen. Empiirisessä osassa oli alun perin tavoitteena päästä käyttämään Esikaupunki 2020:n kustannus- ja suunnittelutietoja, mutta vertailua tai kustannustietoja hankkeesta ei ollut mahdollista vielä diplomityön viimeistelyyn mennessä saatavilla niin, että niiden perusteella olisi päästy tekemään tarpeeksi tarkkoja laskelmia.

Tutkimus muodostui laadulliseksi eli kvalitatiiviseksi tutkimukseksi keskittyen kirjallisuustutkimuksessa tunnistettuihin, erilaisiin townhouse-talojen rakennuttamiseen, rakentamiseen, mahdollisuuksiin ja haasteisiin liittyviin tekijöihin. Tutkimuksessa on koostettu eri talotyyppiin liittyvien tahojen julkaisuja ja mielipiteitä, joiden perusteella on laadittu väylä tuottaa ja jatkokehittää konseptia niin, että haasteilta vältyttäisiin ja tuotantoa eniten rajoittavia tekijöitä voitaisiin kiertää – rakennuttavasta tahosta riippumatta. Tuloksia voidaan soveltaa käytettäväksi Suomessa, mutta erilaisista suunnitteluvaiheista, kaavoitustavoista ja lainsäädännöistä johtuen tuloksia tulee soveltaa varauksin muualla.

Verrattuna aiempiin townhouse-tutkimuksiin, kuten Pulkkinen (2011), Ullrich (2014), Kuittinen (2014), Huttunen ym. (2015), Kuittinen ym. (2015) ja Perämäki (2016), tämän diplomityön tutkimuksessa painoarvo on enemmän tuotantoon ja kustannuksiin liittyvissä tekijöissä. Edellä mainitut tutkimukset ovat keskittyneet townhouse-talon ominaisuuksiin ja energiatehokkuuksiin sekä kaupunkisuunnitteluun.

Työn tulokset tuovat uutta tietoa suomalaisiin townhouse-talotutkimuksiin, sillä ne helpottavat jäsentämään townhouse-talojen tuotantoon liittyvien kustannusten muodostumista koko hankkeessa: Työssä on ensi kertaa kasattu yhteen toteutuneiden suurempien suomalaisten townhouse-kohteiden merkittävämpiä haasteita ja hankkeista tehtyjä huomioita, jotka voidaan varautua välttämään jo hankesuunnittelussa. Samalla tutkimus yhdistää haasteita ja tuotantomenetelmiä: Esivalmistuksen ja rakennusosien tutkimuksessa saatiin vastaavanlaisia tuloksia kuin esimerkiksi Nykänen ym. (2017) ja Smith ja Rice (2015) tutkimuksissa, eli tunnistettiin myös puurakenteisten townhouse-talojen tarve uusille moderneille puuelementtirakennusjärjestelmille. Samalla havaittiin mitkä asiat townhouse-taloissa vaikuttavat valittavaan tuotantomuotoon.

Moduuli- ja massaräätälöinnin suhteen löydettiin yhteneviä havaintoja Erens ja Verhults (1997) ja Pero ym. (2015) tutkimusten ja empiirisen tutkimuksen haastatteluiden väliltä: Räätälöinnin ja teollisesti tuotettavien townhouse-talojen sovittaminen yhteen on haasteellista ja valmistuskustannuksia nostavaa sekä rakennuttajan integraatiota lisäävää. Aiemmissa townhouse-tutkimuksissa on korostettu moduulimaisuutta ja pidetty townhouse-taloa ratkaisuna persoonallisten kaupunkiasuntojen tuotantoon. Tämän työn tuloksista käy ilmi, että persoonallisuudella on oma hintansa tuotannossa: yksiköiden persoonallisuus saavutetaan usein townhouse-talojen toisen tavoitteen, eli Huttunen ym. (2015) ja mainitsemien kohtuuhintaisuuden, kustannuksella.

Työssä esitetään konkreettisia ehdotuksia, joilla voidaan pienentää townhouse-talojen kokonaiskustannuksia aina kaavoitusprosessista toteutukseen ja sujuvoittaa hankkeita. Luvun 6 tuloksien avulla voidaan tarkastella, miten townhouse-suunnittelua voidaan edistää kustannustehokkaammaksi ja minkälaisia vaikutuksia esimerkiksi hankkeen koolla on erilaisiin tuotantovaihtoehtoihin. Kuvan 28 ja taulukon 6 sisältämä tutkimustieto on jäsennelty ja koottu taulukkoon niin, että sitä voidaan soveltaa uusissa, eri suuruisissa townhouse-hankkeissa. Case-tutkimuksen tulokset (taulukko 4 ja taulukko 5) soveltuvat pohjatiedoiksi uusiin vastaaviin pilottihankkeisiin ja kehitysehdotuksiksi myös vastaaviin, esimerkiksi erikoisempiin rivitalohankkeisiin, joissa hyödynnetään vastaavia tuotantotekniikoita.

Tässä tutkimuksessa haluttiin havainnollistaa koko tuotantoketjun rajoitteet ja kustannustenmuodostajat, sillä esimerkiksi tilaajien vaatimukset vaikuttavat siihen, mitä teollisesti valmistetuilta townhouse-taloilta halutaan. Vastaavasti toiseen suuntaan tuotantoketjussa vaikuttavat puuteollisuuden ja rakennejärjestelmien kehitys, jotka määräävät, mitä kohtuuhintaisia ja kustannustehokkaita ratkaisuja yksittäisille puurakenteisten townhouse-talojen rakennuttajille on tarjolla. Molemmat – sekä mahdollisuudet että tilaajien kysyntä – vaikuttavat puolestaan aluesuunnitteluun, eli siihen, mitä kaupunkien alueille toivotaan rakennettavan.

Tämän työn kirjallisuuskatsausta voidaan pitää asetettuihin tavoitteisiin nähden riittävänä, sillä tutkimuksessa onnistuttiin tunnistamaan laadullisin menetelmin townhouse-talojen kustannuksiin eniten vaikuttavia tekijöitä, eli varsinaiset ydintutkimusaiheet, joiden ympärille muu tutkimus rakentuu. Kvalitatiivisesta luonteesta johtuen tutkimuksen rajaaminen pienempiin osiin, kuten pelkästään aluesuunnitteluun, puurakenteiden tuotantoon tai rakennusprosessin tuottavuuden parantamiseen ei olisi tuottanut kokonaiskuvaa siitä, mitkä tekijät vaikuttavat Suomessa puurakenteisten townhouse-talojen kustannusten muodostumiseen ja siihen, mitä uusien materiaalien teollinen tuotanto mahdollistaa.

Tutkimuksen alussa esitetty työhypoteesi voidaan todeta paikkaansa pitäväksi: Tutkimustuloksien mukaan toteutusten ja rakennusosien kehitystä on suomalaisten puurakenteisten townhouse-talojen kohdalla tapahtunut ja yleinen tahtotila on saada kytketyistä kaupunkipientaloista toimiva ja kilpailukykyinen konsepti perinteisten talotyyppien rinnalle. Sellainen on mahdollista luoda teollisesti ja kohtuuhintaisesti jo tänään yhdistelemällä hyviä puolia jo toteutetuista kohteista. Tämä tutkimus tarjoaa tietoutta siitä, mitä eri tekijöitä rakennuttavien tahojen tulee huomioida kustannustehokkaiden townhouse-talojen tuotannossa.

7.3. Jatkotutkimuksen kohteet

Tarkemmin rajatulla tuotantotapojen tutkimuksella, kuten esimerkiksi pelkkää townhouse-talojen tilaelementtirakentamisesta tutkivalla tutkimuksella on mahdollista laatia tarkempia, kvantitatiivisia tutkimustuloksia. Samalla parempaa tietoutta voidaan saada huomattavasti laajemmilla teollisuuden edustajien kyselytutkimuksilla tai haastatteluilla. Haastattelut tulee suorittaa tällöin hyvin strukturoituina alakohtaisesti. Tähän tutkimukseen saatiin haastateltua keskustelunomaisesti huomattavasti pienempi määrä henkilöitä, joille haastattelupyyntöjä esitettiin. Haastatteluja tulee suorittaa vastaavia jatkotutkimuksia varten laajemmin, jotta saadaan tarkempaa, lajiteltua ja suodatettua tietoutta rajatun tuotannon eri prosesseista.

Yksittäisten tuotannon vaiheiden tutkiminen tarjoaisi tarkempia tuloksia koko townhouse-tuotannon prosessien kustannustenmuodostajista ja auttaisi tunnistamaan yksittäisten vaiheiden tehostamismahdollisuuksia niin suomalaisessa tuotannossa kuin maailmalla. Esikaupunkikortteli 2020:n jälkeen Helsingin kaupungilla, Aalto-yliopistolla ja rakennuttavalla yrityksellä on yksi kortteli enemmän tietoa siitä, miten tulevaisuuden urbaaneja, teollisesti tuotettuja puurakenteisia kytkettyjä kaupunkipientaloja kannattaa rakennuttaa. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistukset tulevat lisäksi muuttamaan nykyisellään puurakenteisten monikerroksisten townhouse-talojen palomääräyksiä.

Jatkotutkimalla näitä kokemuksia ja tässä työssä löydettyjä tekijöitä on mahdollista suorittaa vertailuja vastaaville puukortteleille ja kartoittaa tarkempaa kustannustehokkuustietoa. Kustannustehokkaan tuotantokonseptin rakentaminen vaatii koko tuotantoketjun analysointia ja mahdollista uudelleensuunnittelua. Tarkemmin eritellyn tutkimustiedon avulla voidaan kehittää tuotantokonsepteja suuntaan, jossa yritykset voivat analysoida esivalmistuksen ja teollisen tuotannon mahdollisuuksia sekä kehittää omia tuotteitaan ja liiketoimintamallejaan tukemaan townhouse-talojen rakentamista. Rakennuttajasta riippumatta townhouse-taloista tarvitaan käytännön kokemuksia ja sovelluksia, jotta voidaan luoda toimiva ja kustannustehokas tuotantoketju teollisesti valmistetuille, puurakenteisille townhouse-taloille.

Jatkotutkimuksen kesto tulee olla riittävä: Sen tulee kattaa kokonaisia rakennushankkeita hankesuunnittelusta aina hankkeen luovutukseen. Useamman hankkeen kustannustietouden ja tuotantotapojen vertailulla voitaisiin tutkia paremmin uusien puurakennejärjestelmien tai esivalmistuksen kustannussäästöjä. Näiden tutkimusten avulla voitaisiin vastata tarkasti siihen, mitä kaikkea vaaditaan, jotta puurakenteisista townhouse-taloista saadaan kilpailukykyisiä ja kustannustehokkaita vaihtoehtoja esimerkiksi rivitalo- tai pienkerrostalojen rinnalle.

8. LÄHDELUETTELO

Aatsalo, J. 2016. Uusi ryhmärakennuttamislaki asettaa kovia ehtoja. Rakennuslehti. 18.3.2016. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2016/03/uusi-ryhmarakennuttamislaki-asettaa-kovia-ehtoja/> (Viitattu: 15.6.2017).

Achenbach, H. Diederichs, S. K. Wenker, J. L. Rüter, S. Environmental product declarations in accordance with EN 15804 and EN 16485 – How to account for primary energy of secondary resources? Environmental Impact Assessment Review. Vol. 60. s. 134-138. Elsevier. ISSN: 0195-9255. doi: 10.1016/j.eiar.2016.04.004. Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925515300664>

Ahlman, M., Snellman, V., Rousku, J. 2010. Violanpuisto. Helsinki. Saatavissa: https://jonirousku.files.wordpress.com/2014/08/viola_raportti-110510.pdf (Viitattu 15.6.2017)

Ahonen, A. Pöyry, L., Pääkkönen, J., Ryhänen, R. 2008. Rakennusalan markkinoiden toimivuus - ongelma-alueita ja edistämisen mahdollisuuksia. Helsinki: Kilpailuviraston julkaisu 1/2008. ISBN: 952-5289-04-4.

Barlow, J. ja Ozaki, R. 2005. Building Mass Customised Housing Through Innovation in the Production System: Lessons from Japan. Environment and Planning. s. 9-20. ISSN: 0308518X. doi: 10.1068/a3579.

Bernstein, H. M. 2011. Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry. Toimittanut D. Laquidara-Carr ja E. Fitch. Bedford, Massachusetts: McGraw-Hill Construction Research ja Analytics. ISBN: 978-1-934926-35-2. Saatavissa: <https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/economics/Prefabrication-Modularization-in-the-Construction-Industry-SMR-2011R.pdf>.

Blismas, N. ja Wakefield, R. 2009. Drivers, Constraints and the Future of Offsite Manufacture in Australia. Construction Innovation. Vol. 9:1. s. 72–83. ISBN: 096-999-810-110-9. doi: 10.1108/14714170910931552.

Bäckström, J., Gruzdaitis, L., Lampinen, S., Herneoja, A. 2017. Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää. Helsinki: Helsingin seudun HSL:n julkaisu 7/2017. 66 s. ISBN: 978-952-253-306-7. Saatavissa: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/pysakointiratkaisut_hsl_julkaisu_7_2017_002.pdf.

Çevikarslan, S. 2017. Optimal Patent Length and Breadth in an R&D Driven Market with Evolving Consumer Preferences: An Evolutionary Multi-Agent Based Modeling Approach. Technological Forecasting and Social Change Vol. 118. s. 94-106. Elsevier Inc. ISSN: 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.005>

Crawford, R. Cadorel, X. 2017. A framework for assessing the environmental benefits of mass timber construction. Elsevier. Procedia Engineering 196:2017, s. 838-846. ISSN: 1877-7058. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.08.015.

Crespell, P. ja Gagnon, S. 2010. Cross Laminated Timber: a Primer. Quebec: FPInnovations. 9 s. ISBN: 978-086-488-545-6. Saatavissa: <https://fpinnovations.ca/Extranet/Pages/AssetDetails.aspx?item=/Extranet/Assets/ResearchReports/WP/2779.pdf#>.

- Duray, R. Ward, P.T. Milligan, G.W. Berry, W.L. 2000. Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management* Vol. 18:6. s. 605-625. Elsevier Inc. ISSN: 0272-6963. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00043-7](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00043-7)
- Ebadi, I. 2016. CLT Building Revit Template. Saatavissa: <http://imanebadi.com/portfolio/clt-building-revit-template/> (Viitattu: 20.6.2017).
- ELY-keskus 2017. Erikoiskuljetukset. Tampere. Saatavissa: http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/139801/erikoiskuljetukset_esite_2010_erikoiskuljetusluvan_tarve_hakeminen_ja_kaytannon_toimenpiteet.pdf/cbcf0229-5b1f-4e7e-8d9b-9bad0a271b51 (Viitattu: 10.4.2017).
- Erens, F. ja Verhulst, K. 1997. Architectures for product families. *Computers in Industry*. 16 s. ISBN: 0166-3615. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/229030070_Architectures_for_product_families
- Eriksson, P. Koistinen, K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 4:2005. Kerava: Savion Kirjapaino Oy. ISSN: 0788-5415. ISBN: 951-698-123-2. Saatavissa: http://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152279/Monenlainen_tapaustutkimus.pdf
- Eskola, J. ja Suoranta, J. 2005. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 7. painos. Tampere: Gummerus Kirjapaino Oy. 266 s. ISBN: 9-517-68035-X.
- Euroopan Unioni. 2012. Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises. Brysseli. 26 s. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0433&from=EN>. (Viitattu 21.7.2017)
- Flagg, E. 1922. Flagg's Small Houses: Their Economic Design and Construction. New York: Dover Publications. 152 s, ISBN: 978-048-645-197-8.
- Fogelholm, K. 2003. Espoon Säterinmetsä. Tampere: Rakennustieto Oy. 192 s. ISBN: 951-682-705-5.
- Gawer, A. ja Cusumano, M. A. 2014. Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of Product Innovation Management*. Wiley Blackwell. Vol. 31:3. s. 417–433. ISSN: 07376782. doi: 10.1111/jpim.12105.
- Gibb, A. 2001. Standardization and Pre-Assembly - Distinguishing Myth from Reality Using Case Study Research. *Construction Management and Economics*. Vol. 19:3. s. 307–315. ISSN: 0144-6193. doi: 10.1080/01446190010020435.
- Hasu, E. ja Hirvonen, J. 2016. Townhouse Envi - Housing, Energy and Environment. Osa 1. Aalto-yliopisto. 67 s. Saatavissa: https://issuu.com/eijahasu/docs/envi_2015_osa1 (Viitattu: 25.1.2017).
- Helamo, M. 2014. CLT Investoinnin LTS taustaa. Saatavissa: <http://www.kiintopuu.fi/media/kiintopuu/clt-investointi-info-20.5.14.pdf> (Viitattu 1.10.2017).
- Helamo, M. 2015. CLT on tulevaisuuden puurakentamista. Saatavissa: http://www.kiintopuu.fi/media/kiintopuu/clt_tuotekortit_www_4kpl.pdf (Viitattu: 28.7.2017).
- Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimikunta. 2012. Asuntotuotantotoimikunnan 11/17.10.2012 kokouspöytäkirja. Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2012-012716/asuntk-2012-11/> (Viitattu: 20.4.2017).

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto. 2005. Malminkartanon kaupunkipientalot. Helsinki: Helsingin kaupungin kiinteistöviraston julkaisuja. 130 s. Saatavissa: <https://www.hel.fi/hel2/kv/tontti/img/MK%20Liiteet%201-15.pdf> (Viitattu: 13.2.2017).

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto. 2011. Helsingin kaupungin vuokrattavat kaupunkipientalotontit 2012 - Alppikylä. Helsinki. 21 s. Saatavissa: <https://www.hel.fi/hel2/kv/tontti/Alppikyla/NettiESITE.pdf>. (Viitattu 13.2.2017)

Helsingin kaupunki. 2007. Ormuspellon rakentamistapaohje. Helsinki. 45 s. Saatavissa: http://www.hel.fi/hel2/ksv/Rakentamistapaohjeet/pdf/Ormuspelto_2007.pdf.

Helsingin kaupunki. 2012. Uutta Helsinkiä. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.uuttahelsinki.fi/fi/asuminen/jos-rakennat-itse> (Viitattu: 10.3.2017).

Helsingin kaupunki. 2017a. Fisuverkko - Taloyhtiöt. Verkkosivu. Saatavissa: <https://fisuverkko.fi/taloyhtio/> (Viitattu: 10.6.2017).

Helsingin kaupunki 2017b. Helsinki-pientalo. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/uudisrakentaminen/rakennuttajan-pientalon/helsinki-pientalo/> (Viitattu: 15.6.2017).

Helsingin kaupunki 2017c. Helsingin kaupungin vuokrattavat omakotitontit 2017. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/kv/tontti/omakotitonttihaku-2017/esite.pdf> (Viitattu 3.10.2017)

Helsingin kaupunki 2017d. Kaupunki vuokraa 84 omakotitalotonttia. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit/tontit/asunto/tonttihaut-ja-kilpailut/kaupunki-vuokraa-84-omakotitalotonttia> (Viitattu 3.10.2017)

Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto. 2015. Toimintakertomus 2015. Helsinki. 52 s. Saatavissa: <http://www.att.hel.fi/sites/default/files/toimintakertomus/att-toimintakertomus2015.pdf> (Viitattu: 14.5.2017).

Helsingin kaupunki kaupunkisuunnitteluvirasto. 2010. Helsinki suunnittelee 2010:8. Vol. 8. 33 s. Saatavissa: https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/esitteet/esite_2010-8_fi.pdf.

Helsingin kaupungin rakennusvalvonta. 2015. Esteetön rakennus (F1), asuntosuunnittelu (G1), Helsingin Rakennuslautakunnan ohje. 12 s. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Estettomyys.pdf>.

Helsingin kaupunki ja SPY ry. 2011. Helsinki-pientalo. 34 s. Saatavissa: http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Helsinki-pientaloesite_0.pdf.

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 2007. Alppikylän rakentamistapaohje. Helsinki. 59 s. Saatavissa: https://www.hel.fi/hel2/ksv/Rakentamistapaohjeet/pdf/Alppikyla_2007.pdf.

Hoezen, M., Reymen, I. Dewulf, G. P. M. . 2006. The Problem of Communication in Construction. Communication. Vol. 1:1. 6 s. ISBN: 90-72152-03-4. Saatavissa: <https://research.utwente.nl/en/publications/the-problem-of-communication-in-construction>

Huang, J. C. H., Krawczyk, R. J. ja Schipporeit, G. 2006. Mass Customizing Prefabricated Modular Housing by Internet-Aided Design. CAADRIA 2006 - The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Rhythm and Harmony in Digital Space. s. 203–208.

Saatavissa:

https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_6e3d6013dcc7bede9M628b2061377553jadatabase=cpx.

Hurmekoski, E. 2017. How Can Wood Construction Reduce Environmental Degradation? European Forest Institute. 12 s. ISBN: 978-952-5980-34-9. Saatavissa:

http://www.efi.int/files/images/publications/efi_hurmekoski_wood_construction_2017.pdf.

Hurmeranta, M. 2013. Kaavoihin kangistuneet. Helsinki: Taloustieto Oy. 54 s. ISBN: 978-951-628-578-1. Saatavissa: <http://www.eva.fi/wp-content/uploads/2013/05/Kaavoihin-kangistuneet.pdf>

Huttunen, H. Hasu, E., Hirvonen, J., Tervo, A., Ullrich, T. 2015. Uusi suomalainen unelmakoti? Aalto-yliopisto. Helsinki: Picascript. 134 s. ISBN: 978-952-606-238-9.

Hyttinen, R. ja Tuttujew, J. 2001. Pientalon rakentamiskustannukset. Helsinki: Rakennusalan kustantajat RAK / Kustantaja Sarmala Oy. 115 s. ISBN: 951-664-099-0.

Hämäläinen, T. 2013. Why Townhouses? A Comparative Study of Emerging Housing Concepts in Helsinki and Stockholm. Opinnäytetyö. Vrije Universiteit Brussel. 94 s. Saatavissa:

http://aef.aalto.fi/en/midcom-serveattachmentguid-1e57cc6665469167cc611e59dd713ecdaeb76e176e1/why_townhouses-ma_in_european_urban_cultures_timo_hamalainen_092013.pdf.

Hölttä-Otto, K. 2005. Modular Product Platform Design. Väitöskirja. Helsinki University of Technology, Department of Mechanical Engineering. Espoo: Otavamedia Oy. 67 s. ISBN: 951-22-7766-2. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Diss/2005/isbn9512277670/isbn9512277670.pdf>

Höök, M. 2005. Timber Volume Element Prefabrication: Production and Market Aspects. Licensiaatintyö. Luleå Univ. of Technology. Saatavissa: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A990698jadswid=9323>

Ijäs, V. 2013. Puukerrostalojen rakentamisen esteet ja mahdollisuudet: Keskeisten suomalaisten rakentamis- ja kiinteistöalan sidosryhmien vertaileva asennemittaus. Väitöskirja. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laitos. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy. 280 s. ISBN: 978-952-15-3095-1. Saatavissa: <https://tutcris.tut.fi/portal/files/2652042/ijas.pdf>

Jalkanen, R., Haapanen, S., Helander, H., Hellman, P., Koponen, R., Levanto, R., Manninen, R., Pulkkinen, S., Siivola, M., Saarikko, T. 2012. Townhouse-rakentaminen Helsingissä. Helsinki: Helsingin kaupunkisuunnittelun julkaisuja 4/2012. 68 s. Saatavilla: https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/julk_2012-4.pdf

Jantunen, J. 2017. Rakennusten paloturvallisuutta koskevan ympäristöministeriön asetuksen uudistaminen. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/standardisointi/2017/2-jantunen-uudet-maaraykset.pdf>.

Jompero, S. 2015. Kalasataman kaupunkipientalot jo vuoden myymättä. Helsingin Uutiset. 5.1.2015. Saatavissa: <http://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/257801-kalasataman-kaupunkipientalot-jo-vuoden-myyymatta> (Viitattu 23.3.2017)

Julin, J. 2010. The International Promotion of Wood Construction as a Part of Climate Policy. Helsinki: Ministry of Foreign Affairs. 47 s. Saatavissa: <http://formin.finland.fi/public/download.aspx?ID=73389jaGUID=%7B4A54694C-4244-4D67-8909-EDB5724153C6%7D>.

Juntto, A. 2008. Asumistoiveet ja mahdollisuudet. Kuopio: Kuopion yliopisto. 18 s. Saatavilla: http://tilastokeskus.fi/ajk/tapahtumia/2008-03-12_juntto.pdf

Jämerä Oy 2017. Townhouse-massiivikivitalomallisto. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.massiivikivitalo.fi/massiivikivitalo/townhouse-123/> (Viitattu 1.6.2017)

Kairi, M. 2005. Interaction of RjaD and Business Development in the Wood Products Industry, Case Kerto® – Laminated Veneer Lumber (LVL). Väitöskirja. Helsinki University of Technology, Department of Forest Products Technology. Helsinki: Picaset Oy. 248s. ISBN: 951-227-705-0. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/2590/isbn9512277069.pdf?>

Kalliosaari, K. 2017. Townhouse-buumi jatkuu – Kaupunkipientaloja tulossa Kangasalan keskustaan urheilukentän paikalle. Aamulehti. 17.1.2017. Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/townhouse-buumi-jatkuu-kaupunkipientaloja-tulossa-kangasalan-keskustaan-urheilukentan-paikalle-24207468/> (Viitattu: 13.7.2017).

Kangasalan kaupunki. 2017. Nähtävillä ja vireillä olevia asemakaavoja. Urheilutien asemakaavan muutos, 792. Verkkosivu. Saatavissa: http://www.kangasala.fi/asuminen_ja_ymparisto/tontit_ja_kaavoitus/kaavoitus/nahtavilla-ja-vireilla-olevia-as/ (Viitattu: 13.7.2017).

Karacabeyli, E. ja Douglas, B. 2013. CLT Handbook. Point-Claire: FPInnovations. 72 s. ISBN: 978-08-6488-553-1. Saatavissa: http://www.rethinkwood.com/sites/default/files/clt/CLT_USA-Chapter-8_0.pdf.

Karjalainen, M. 2016. Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät. Teoksessa: Massiivipuuantenteiden hyödyntäminen julkisessa ja kerrostalorakentamisessa. Oulu. 23.9.2016. 35 s. Saatavissa: http://www.tts.fi/images/stories/puunet_kuvat/tut_m_karjalainen_puunet20160923b.pdf.

Karjalainen, M. 2016. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen/puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-suomessa> (Viitattu 6.5.2017)

Karlsson, C. ja Åhlström, P. 1996. Assessing Changes Towards Lean Production. International Journal of Operations and Management. Vol. 16:2. s. 24–41. ISBN: 0-954-47806-1. doi: 10.1108/01443579610109820.

Kawakami, M. Shen, Z. Pai, J. Gao, X. Zhang, M. 2013. Spatial Planning and Sustainable Development: Approaches for Achieving Sustainable Urban Form in Asian Cities. Dordrecht: Springer. 459s. ISBN: 978-94-007-5921-3. doi: 10.1007/978-94-007-592-0.

Kilpeläinen, M., Ukonmaanaho, A., Kivimäki, M. 2001. Avoin puurakennusjärjestelmä: Elementtirakenteet. Helsinki: Wood Focus Oy. 119 s. ISBN: 952-15-0720-9.

Kiviniemi, M. 1996. Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo: VTT Offsetpaino. 76 s. ISBN: 951-38-4990-2. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1996/T1795.pdf>.

Korhonen, K. ja Penttinen, M. 2017. Helsingin Huvitus. Woodarchitecture.fi. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.woodarchitecture.fi/fi/projects/asunto-oy-helsingin-huvitus> (Viitattu: 29.4.2017).

Koskela, L. J., Ballard, G. ja Howell, G. 2003. Achieving Change in Construction. Researchgate. 16 s. Saatavissa: https://www.researchgate.net/profile/Glenn_Ballard/publication/267968867_ACHIEVING_CHANGE_IN_CONSTRUCTION/links/546a155e0cf2397f783010e8/ACHIEVING-CHANGE-IN-CONSTRUCTION.pdf?origin=fulltextSources_direct.

Kotilainen, S. 2013. Moduulirakentaminen. Ratkaisumalleja tulevaisuuden asuntorakentamisen haasteisiin. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. 207 s. ISBN: 978-952-15-3010-4. Saatavissa: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/21405>.

Kuittinen, M. 2014. Energiatohkeas townhouse - tutkimushankkeen vuosiraportti 2014. Espoo: Aalto-yliopiston julkaisusarja 4/2014. 88s. ISBN: 978-952-60-3675-5. Saatavissa: <https://libproxy.aalto.fi/login?qurl=http%3A%2F%2Fwww.urn.fi%2FURN%3AISBN%3A978-952-60-3676-2>

Kuittinen, M. Huttunen, H., Alanne, K. 2015. Nollaa parempi. Townhouse energiatohkeassa asuinrakentamisessa. Aalto-yliopiston Energiatohkeas townhouse-tutkimushankkeen vuosiraportti 2015. Espoo: Aalto-yliopiston julkaisusarja CROSS OVER 9/2015. 114s. ISBN: 978-952-60-6410-9. Saatavissa: https://issuu.com/eco2book/docs/aef_energy_efficient_townhouse_annu_e3a1f3a96b3792

Kunnallissalan Kehittämissäätiö. 2017. Suomalainen haluaa asua pientalossa lähellä kaupunkia – tiivis, kaupunkimainen rakentaminen torjutaan. Helsinki. 12 s. Saatavissa: <http://kaks.fi/wp-content/uploads/2017/05/tiedote-suomalainen-haluaa-asua-pientalossa-lahella-kaupunkia-1.pdf> (Viitattu 30.5.2017)

Kurki, A. 2017. Pääkaupunkiseudulla myydään uusia asuntoja tuplasti normaaliin verrattuna. Rakennuslehti. 12.5.2017. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/digilehti/lehdet/a9874a2e-959c-41ed-8c77-9647c5c05948> (Viitattu 12.5.2017)

Kuusi, A. 2015. Fiskari31 - Townhouse ryhmärakentamishankkeena Kalasatamaan. Verkkosivu. Saatavissa: <http://fiskari31.blogspot.fi/p/fiskarin.html> (Viitattu: 21.3.2017).

Köstinger, E. ja Gambús, F. 2014. Uusi EU:n metsästrategia: Päätöslauselma uudesta EU:n metsästrategiasta: metrien ja metsäalan puolesta (2014/2223(INI)). Euroopan Parlamentti. 14 s. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONGML+TA+P8-TA-2015-0109+0+DOC+PDF+V0//FI> (Viitattu: 10.6.2017).

Laitinen, E. 1995. Teollinen puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy. 176 s. ISBN: 951-682-329-7.

Laukkanen, M. 2012. Puurakentamisen kasvu luo uusia työpaikkoja ja parantaa vaihtotasetta. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/tiedote/puurakentamisen-kasvu-luo-uusia-tyopaikkoja-ja-parantaa-vaihtotasetta> (Viitattu: 10.6.2017).

- Lawson, R. M. ja Ogden, R. G. 2010. Sustainability and Process Benefits of Modular Construction. 14 s. Saatavissa: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB18783.pdf>.
- Legmpelos, N. 2013. On-site Construction Versus Prefabrication. Opinnäytetyö. Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. 117 s. Saatavissa: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/82714>.
- Lehtonen, A. 2014. Maankäytön kehitys Espoossa. Espoo: Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen julkaisu 6/2014. 56 s. ISBN: 978-951-857-696-2. Saatavissa: <http://www.espoo.fi/download/noname/%7B2718B02F-B7CC-4537-97F4-F454F0BC4AB8%7D/52943>
- Lessing, J. 2015. Industrialised House-Building - Conceptual Orientation and Strategic Perspectives. Väitöskirja. Lund University, Faculty of Engineering. 108 s. ISBN: 978-91-631-9254-8. Saatavissa: <https://lucris.lub.lu.se/ws/files/3873278/8145690.pdf>
- Luffman, J. 2006. Measuring housing affordability. Perspectives on labour and income. Statistics Canada. Catalogue 75-001-XIE. Saatavissa: <http://www.statcan.gc.ca/pub/75-001-x/11106/9519-eng.pdf>
- Manninen, R. ja Holopainen, T. 2006. Townhouse - Kytetty omatonttinen pientalo kaupungissa. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2006:8. Helsinki: Helsingin kaupungin hankintakeskus. 53 s. ISSN: 1458-9664. Saatavissa: https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2006-8.pdf
- Mao, C., Fanhyun, X., Lei, H., Peng, W., Wang, J., Xiangyu, W. 2016. Cost Analysis for Sustainable Off-site Construction Based on a Multiple-Case Study in China. Habitat International. Elsevier Ltd. Vol. 57. s. 215–222. ISBN: 0-197-3975. doi: 10.1016/j.habitatint.2016.08.002. Saatavilla: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397515301429?via%3Dihub>
- Mead, K., Jalli, K. ja Sivunen, M. 2013. Konsulttivetoisen ryhmärakentamisen pika-analyysi. Kaupunki-innovaatiot-hanke. 70 s. Saatavissa: <http://docplayer.fi/663133-Konsulttivetoisen-ryhmarakennuttamisen-pika-analyysi.html>.
- Modular Building Institute. 2010. Improving Construction Efficiency ja Productivity with Modular Construction. Charlottesville: Modular Building Institute. 16 s. Saatavissa: https://triumphmodular.com/wp-content/uploads/2014/09/Improving_Construction_Efficiency.pdf (Viitattu 4.4.2017)
- NAHB Research Center Inc. 1998. Factory and Site-built Housing - A Comparison For the 21st Century. Upper Marlboro, Maryland. 175 s. Saatavissa: <https://www.huduser.gov/Publications/pdf/factory.pdf>.
- Fawcett, R. Allison, K. Corner, D. 2005. Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently. National Audit Office. 35s. Saatavissa: <https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2005/11/mmc.pdf>
- Noel, H. 2009. Basics Marketing 01: Consumer Behaviour. 1. painos. Lausanne: AVA Publishing. 176 s. ISBN: 978-294-0373-840.
- Nousiainen, M. 2015. Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista. Helsinki: RAKLI ry. Saatavissa: <http://view.24mags.com/downloadpdf/7dbd0ed1f000b8d84ad0e0cc5ec774bb> (Viitattu: 7.6.2017).

Nurmilaakso, J. 2017. Lohja sai vuoden 2021 asuntomessut - ”Vahva halu kehittää suomalaista asumista”. Tamperelainen. 17.7.2017. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.tamperelainen.fi/artikkeli/540972-lohja-sai-vuoden-2021-asuntomessut-vahva-halu-kehittaa-suomalaista-asumista>

Nykänen, E., Häkkinen, T., Kiviniemi, M., Lahdenperä, P., Pulakka, S., Ruuska, A., Saari, M., Vares, S., Cronhjort, Y., Heikkinen, P., Tulamo, T., Tidwell, P. 2017. Puurakentaminen Euroopassa. Espoo: VTT. 132 s. ISBN: 978-951-388-583-2. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T297.pdf>

Ooi, J. T. L., Le, T. T. T., Lee, N. J. 2014. The Impact of Construction Quality on House Prices. Journal of Housing Economics. Elsevier Inc. Vol. 26. s. 126–138. ISSN: 10960791. doi: 10.1016/j.jhe.2014.10.001 Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/269724600_The_impact_of_construction_quality_on_house_prices

OOPEAA. 2017. Rykmentin puisto - typologia. Tuusula. 52 sivua. Saatavissa: http://asuntomessut.fi/wp-content/uploads/2017/06/1222-PUUSTELLINMETSÄN-TYPOLOGIA_FINAL.pdf (Viitattu 1.6.2017)

Osborne, L., Dagenais, C., Benichou, N. 2012. Preliminary CLT Fire Resistance Testing Report. Quebec: FPInnovations. 14 s. Saatavilla: <https://research.rethinkwood.com/resource/preliminary-clt-fire-resistance-testing-report>

Oy Crosslam Kuhmo Ltd. 2017. CLT-tuotteita suomalaisesta puusta. 13 s. Saatavissa: http://www.karelia.fi/puurakentaminen/files/CLT-elementtien_tuotanto.pdf.

Palomäki, J., Skogström, L., Tolppanen, M. 2017. Puukortteli. Verkkosivu. Saatavilla: <https://puukortteli.wordpress.com/2017/03/27/kaupunkipientalokortteli-vartiokylaan/> (Viitattu 24.6.2017)

Penttinen, M. 2007. Puu-lehti 4/2007. 52 s. ISSN: 0357-9484. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/puulehti/puu-lehti-42007/puulehti074www.pdf>.

Pero, M., Stöblein, M., Cigolini, R. 2015. Linking Product Modularity to Supply Chain Integration in the Construction and Shipbuilding Industries. International Journal of Production Economics. Elsevier. Vol. 170. s. 602–615. ISBN: 0925-5273. doi: 10.1016/j.ijpe.2015.05.011. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/277349184_Linking_product_modularity_to_supply_chain_integration_in_the_construction_and_shipbuilding_industries

Perämäki, E. 2016. Varjo väsyneille, vastus myrskytuulille – Ekosysteemipalvelut townhouse-rakentamisessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. 147s. Saatavilla: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/22115>

Pientaloteollisuus ry 2016. Uusien omakotitalojen toteutustapa. Saatavissa: http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tutkittua_tietoa/keskimaarainen_omakotitalo_2016/toteutustapa/ (Viitattu: 29.5.2017).

- Pientaloteollisuus ry. 2017. Keskimääräinen omakotitalo 2016 - runkomateriaali. Verkkosivu. Saatavissa: http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tutkittua_tietoa/keskimaarainen_omakotitalo_2016/runkomateriaali/ (Viitattu: 23.5.2017).
- Porter, M. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. 1. painos. Lontoo: Collier. 557 sivua. ISBN: 0-02-925090-0.
- Pulkkinen, S. 2011. Östersundom ja kaupunkipientalot. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2011:4. Helsinki. 30 s. ISSN: 0787-9024. Saatavissa: https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2011-4.pdf.
- Puuinfo Oy. 2009. Pientalorakentajan perustieto. 26 s. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/pientalorakentajan-perustieto-2-2.pdf>.
- Puuinfo Oy. 2016. Monikerroslevy (CLT). Verkkosivu. Saatavilla: <http://www.puuinfo.fi/puutieto/insin%C3%B6%C3%B6ripuutuotteet/moni> (Viitattu 20.4.2017)
- Rakennusteollisuus. 2017. Kuoviopankki. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi/kuviopankki/> (Viitattu: 13.5.2017).
- Rautiainen, K. 2016. Omakotitaloon syntyy edullisimmat asuineliöt. Pientaloteollisuus ry. Saatavissa: <http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/ajankohtaista/?nid=91> (Viitattu: 27.1.2017).
- RIL 254-2016. Paalutusohje PO-2016. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. ISBN: 978-951-758-615-3.
- Rouvinen, A. 2012. Asiakaslähtöinen hankekehitys ja suunnittelu. Tutkielma. Aalto University Professional Development ja Fira Oy. Saatavissa: http://aaltopro2.aalto.fi/lomakkeet/tilaukset/Rakentaminen/r34/RouvinenAnni_Asiakaslahtoinen_hankekehitys_ja_suunnittelu.pdf
- RTS Oy. 2017. Omakotitalon rakennuskustannukset 2017. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ok-suunnittelu/omakotitalo-on-edullisin-rakentaja-asua/indeksitalo-kertoo-rakentamisen-kustannukset> (Viitattu: 29.5.2017).
- Ryhmärakennuttajat ry. 2013. Ryhmärakentaminen. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.ryhmarakennuttajat.fi> (Viitattu: 10.3.2017).
- Schuster, M. 2005. Neues urbanes Wohnen in Baugemeinschaften. Beiträge zur Stadtentwicklung 36. Stuttgart: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung. 98 s. Saatavissa: www.baugemeinschaft.net/download/Stadt_Stuttgart.pdf
- Silfverberg, K. 2014. Kalasataman kalliita pientaloja muutetaan kerrostaloasunnoiksi. Helsingin Sanomat 31.3.2014. Saatavilla: <http://www.hs.fi/kaupunki/art-2000002720741.html> (Viitattu 29.3.2017)
- Skanska Oy. 2006. Skanska rakentaa asuntoja Helsingin Asuntotuotantotoimistolle Vuosaareen. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/media/uutiset/47766/Skanska-rakentaa-asuntoja-Helsingin-Asuntotuotantotoimistolle-Vuosaareen> (Viitattu: 1.3.2017).
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. 2001. Operations Management. 3. painos. Essex: Pearson Education Limited. 765 s. ISBN: 0-2736-4657-5.

- Smith, R. E., Griffin, G., Rice, T. 2015. Solid Timber Construction. Salt Lake City: University of Utah. 100 s. Saatavissa: https://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/OSCC/OffSite_Studies_STC.pdf.
- Smith, R. E. ja Rice, T. 2015. Permanent Modular Construction: Process, Practice, Performance. Salt Lake City: University of Utah. 95 s. Saatavissa: https://triumphmodular.com/wp-content/uploads/2015/08/2015_Off-Site_PMC_Reportv2.pdf.
- Stake, R. E. 1995. The Art of Case Study Research: Perspectives on Practise. Thousand Oaks, Kalifornia: Sage Publications. 175 s. ISBN: 978-080-395-767-1.
- Steinhardt, D. A. ja Manley, K. 2016. Adoption of Prefabricated Housing - the Role of Country Context. Sustainable Cities and Society. Elsevier B.V. Vol. 22. s. 126–135. ISSN: 22106707. Saatavilla: <https://eprints.qut.edu.au/100065/>
- Stockholms Stadsmuseum. 1986. Byggnadsinventering, Östermalm III. Tukholma: Grafiska Gruppen. ISBN: 91-85238-52-X. Saatavissa: https://stockholmskallan.stockholm.se/PostFiles/KUL/SSM_Ostermalm_byggnadsinventering_3_1986_00.pdf
- Stone, J. B. ja Tyree, D. P. 2013. Designing for Fire Protection. Engineering News-Record 7/2013. s. 1–8. Saatavissa: <http://www.awc.org/pdf/education/bcd/ReThinkMag-BCD200A1-DesigningForFireProtection-150801.pdf>.
- Stora Enso Oy. 2013. CLT-solid wood elements are characterised by their high fire resistance. Saatavissa: <http://www.clt.info/en/product/technical-specifications/fire-safety/> (Viitattu: 26.6.2017).
- Stora Enso Oy. 2015. Product Information, CLT characteristics. Saatavissa: <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Technical-folder-CLT-EN.pdf> (Viitattu: 26.6.2017).
- Strandell, A. 2017. Asukasbarometri 2016. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. 140 s. ISBN: 978-952-11-4846-0. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/193009>.
- Sturm, U. ja Schwehr, P. 2014. Smart Density – Erneuern und Verdichten mit Holz. Luzern. 12 s. Saatavissa: www.forum-holzbau.com/pdf/05_EBH_2014_Sturm.pdf.
- Tampereen kaupungin kaavoitusyksikkö. 2003. Rakentamistapaohjeet RO-7537-3. Tampere. 20 s. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/7537/7537rt.pdf>
- Teijo-Talot Oy. 2013. Teijo-Talot Oy - Toimintatapamme. Verkkosivu. Saatavissa: <http://www.teijotalot.fi/toimintatapamme/> (Viitattu: 28.4.2017).
- Terzaghi, K. Peck, R. B. Mesri, G. 1996. Soil Mechanics in Engineering Practice. 3. painos. New York: John Wiley ja Sons, Inc. ISBN: 0-471-08658-4.
- Thuesen, C. ja Hvam, L. 2011. Efficient On-Site Construction: Learning Points from a German Platform for Housing. Construction Innovation. Vol. 11:3. s. 338–355. ISSN: 1471-4175. doi: 10.1108/14714171111149043. Saatavissa: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14714171111149043>
- Tilastokeskus. 2016. Helsingin tilastollinen vuosikirja 2016. 257 s. Saatavissa: <http://www.hri.fi/fi/dataset/helsingin-tilastollinen-vuosikirja-2016>

Tilastokeskus 2017. Rakennuskustannusindeksi. Helsinki. 12 s. ISSN: 1795-4282. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/rki/2017/04/rki_2017_04_2017-05-15_tie_001_fi.html

Ullrich, T. 2014. Saksalainen kytketty kaupunkipientalo inspiraation lähteenä – Tutkimus saksalaisen Bürgerhaus-talon perinteestä nykypäivän townhouse-talon rakentamisen arkeen. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15514/master_Ullrich_Tina_2014.pdf;jsessionid=D1B4CF5DBD9E5E9C68AE07DF5A02F287?sequence=1

Vainio, T. 2008. Kohti yksilöllisempää - Asuntotuotannon laatumuutokset 1990-2005. Espoo: VTT. 110 s. ISBN: 978-951-387-141-3. Saatavissa: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_asuntotuotannon_laatumuutokset.pdf

Valjus, I. 2014. Tampereen kaupungin asuntokanta 2014. Tampere. 11 s. Saatavissa: www.tampere.fi/tiedostot/a/qpZjVsD9B/Asuntokanta2014.ppt

Vanninen, M. 2009. Tyypillisten biomassamateriaalien kemiallinen koostumus. Opinnäytetyö. Jyväskylän yliopisto, Kemian laitos. 47 s. Saatavissa: https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21265/URN_NBN_fi_jyu-200906261753.pdf?sequen

Viljakainen, M. 1999. Platform pientalo-opas: Suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Puuinfo Oy. 144 s. ISBN: 952-15-0168-5.


Viljakainen, M. ja Määttänen, T. 1998. Platform-järjestelmätutkimus - Ehdotus avoimen puurakentamisjärjestelmän perusteiksi: loppuraportti. 2. painos Tampereen teknillinen korkeakoulu. 104 s. ISBN: 951-722-941-0.

Ympäristöministeriö 2017. Puurakentamisen toimenpideohjelma. Verkkosivu. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Ohjelmat_ja_strategiat/Puurakentamisen_toimenpideohjelma (Viitattu 28.2.2017)

LIITTEET

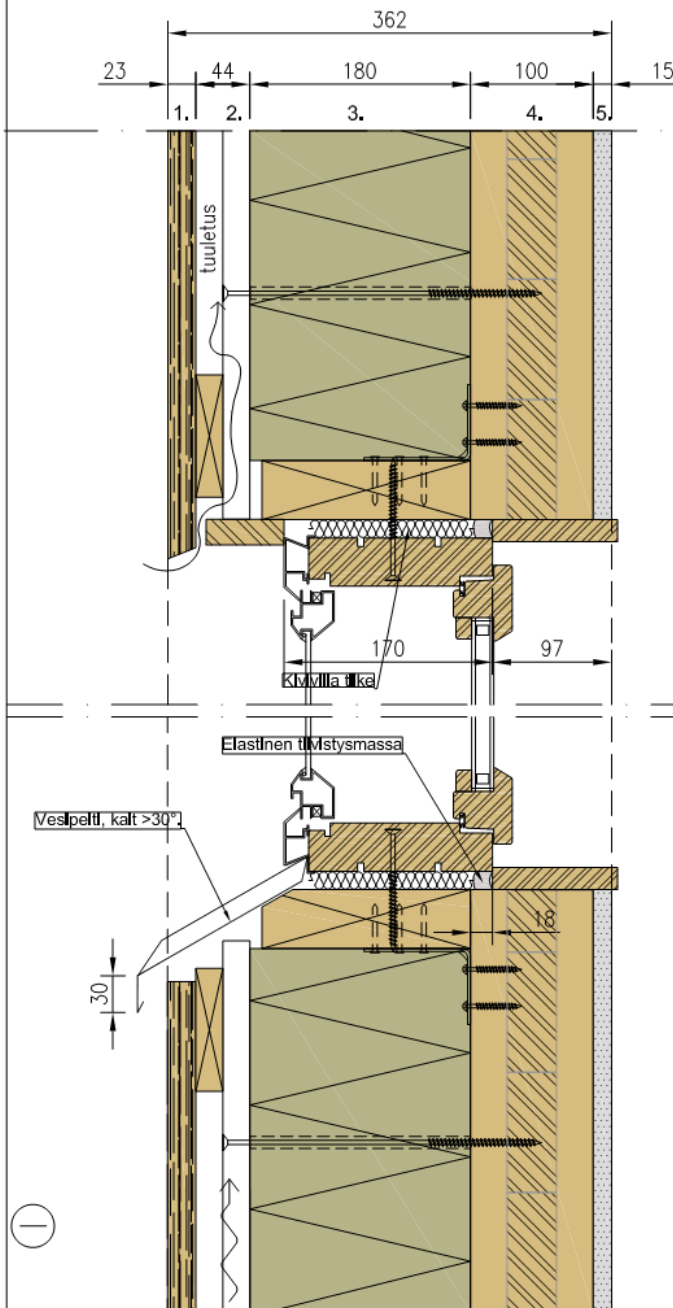
Liite 1: Esikaupunki 2020-korttelin alustavat rakennesuunnitelmat, sivut 1-10

Liite 2: Tutkimuksen haastattelukeskusteluiden kysymysteemat, sivu 11

 SUUNNITTELULINJA Suunnittelulinja Finland Oy Vähäheikkiläntie 56 C 20810 Turku tel. +358 (0)2 515 2200 www.suunnittelulinja.com	k osa/kylä kortteli/tila tontti/rn: o Rakennustoimenpide Uudisrakennus omistaja Lakea Oy Rakennuskohteen nimi ja osoite Lakea Townhouse Rakennesuunnittelija Allekirj. <u>Samuli Kujanpää ri</u> Pääsuunnittelija Allekirj. _____ _____	Viranomaisten merkintöjä juoks.n: o _____ 1 Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS Mittakaava 1:5 Piirustuksen sisältö Rakennetyypit Alustavat Päiväys Muutos päiväys _____ Piir.tiedosto: _____ Suunn.ala/työ.- piir.n: o Muutos RAK 17021- R01U
---	---	---

Rakennuskohde	Sisältö		
Lakea Townhouse	Ulkoseinärakenne, kantava clt-sisäkuori Jäykkä min.villaeriste ja pystylautaverhous		
Suunnittelija	Työ nro	Mittak.	US1
■■■ SUUNNITTELUJALINJA	17021	1:5	
	Päiväys	Tekijä	
	10.05.2017	SKu	

Mittakaava 1:5



US 1

1. Pysty ulkoverhouspaneeli 23mm, Ensiilmänsen kerroksen osalla palonsuojakäsittely.
 2. Ristilinkoolaus 2x22x100 k600+ tuuletusväli. Tuuletusväliissä palokatko väliin pohjan kohdalla esim. FB-onteloventtiili. Koolauksen kiinnitys ruuveilla 6x260 eristekerrosten läpi clt-levyyn.
 3. Tuulensuojapintainen jäykkä lämmöneriste Paroc Cortex one ($\lambda_d=0,033 \text{ W/mK}$) tai vast. A2-s1,d0
 4. Clt-levy 100 C3s
 5. Palonsuojakipsilevy 15mm
- Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

 $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ (keskimääräinen)

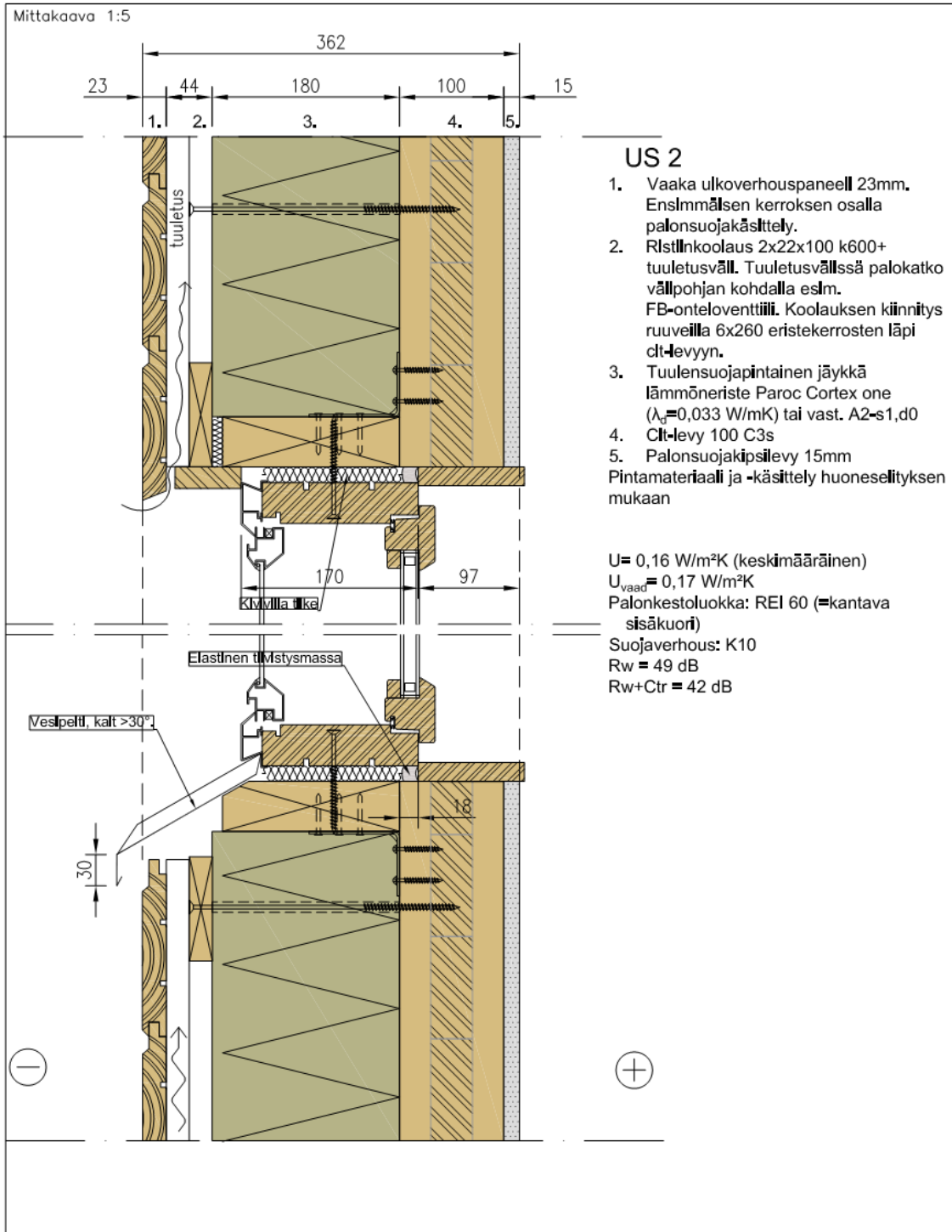
 $U_{\text{vaad}} = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$


Palonkestoluokka: REI 60 (=kantava sisäkuori)

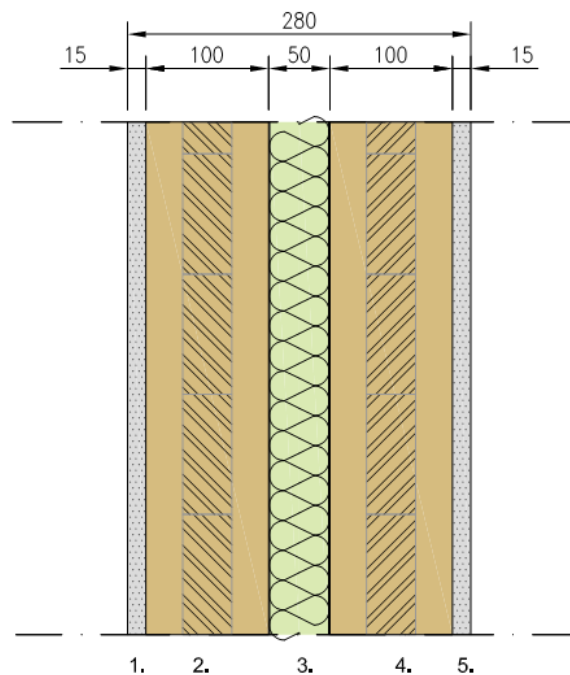
Suojaverhous: K10

 $R_w = 49 \text{ dB}$
 $R_w + C_{tr} = 42 \text{ dB}$

Rakennuskohde	Sisältö		
Lakea Townhouse	Ulkoseinärakenne, kantava clt-sisäkuori Jäykkä min.villaeriste ja vaakalautaverhous		
Suunnittelija	Työ nro	Mittak.	US2
■■■ SUUNNITTELUJALINJA	17021	1:5	
	Päiväys	Tekijä	
	10.05.2017	SKU	



Rakennuskohde Lakea Townhouse	Sisältö Kantava väliseinä, huoneistojen välinen Kuiva tila, modulien välinen		
Suunnittelija  SUUNNITTELU LINJA	Työ nro 17021	Mittak. 1:5	VS1
	Päiväys 10.05.2017	Tekijä SKu	




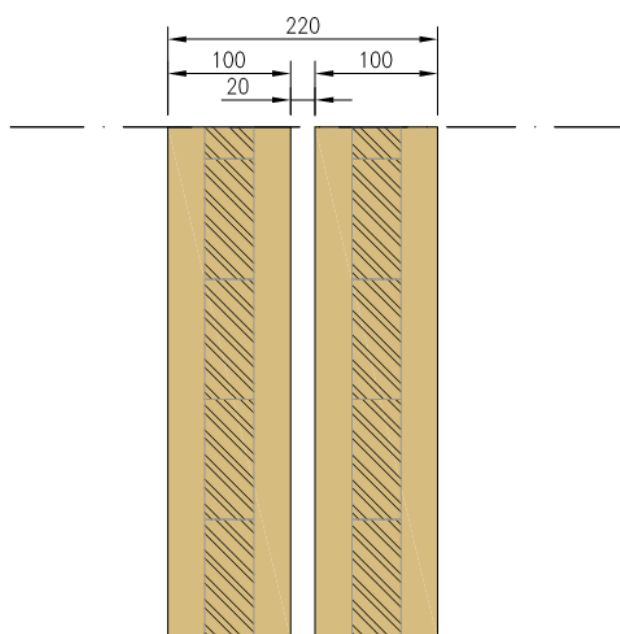
VS 1 kantava, huoneistojen välinen

1. Palonsuojakipsilevy 15mm
2. C3s-levy 100 C3s
3. Min.villa 50mm
4. C3s-levy 100 C3s
5. Palonsuojakipsilevy 15mm

$R'_{\text{w}} \geq 55 \text{ dB}$
palonkestoluokka: REI 60
suojaverho: K10

Tilvistys liitettyn rakentelun det-piirustusten mukaan.

Rakennuskohde Lakea Townhouse	Sisältö Kantava väliseinä, huoneiston sisäinen Kuiva tila, modulien välinen		
Suunnittelija  SUUNNITTELU LINJA	Työ nro 17021	Mittak. 1:5	VS2
	Päiväys 10.05.2017	Tekijä SKU	




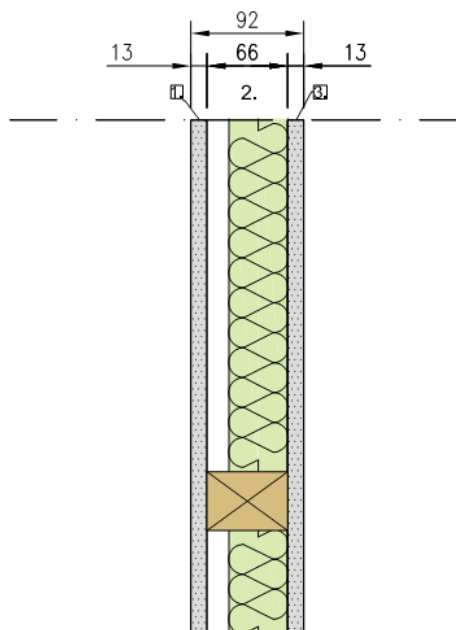
VS 2 kantava, huoneiston sisäinen

1. Citi-levy 100 C3s
2. Ilmarako 20mm
3. Citi-levy 100 C3s

$R'_w = __\text{dB}$
palonkestoluokka:

Tilvistys liittyy rakentelun det-piirustusten mukaan.

Rakennuskohde Lakea Townhouse	Sisältö Kevyt väliseinä Kuiva tila, ei ääneneristysvaatimusta		
Suunnittelija  SUUNNITTELU LINJA	Työ nro 17021	Mittak. 1:5	VS3
	Päiväys 29.03.2017	Tekijä SKu	



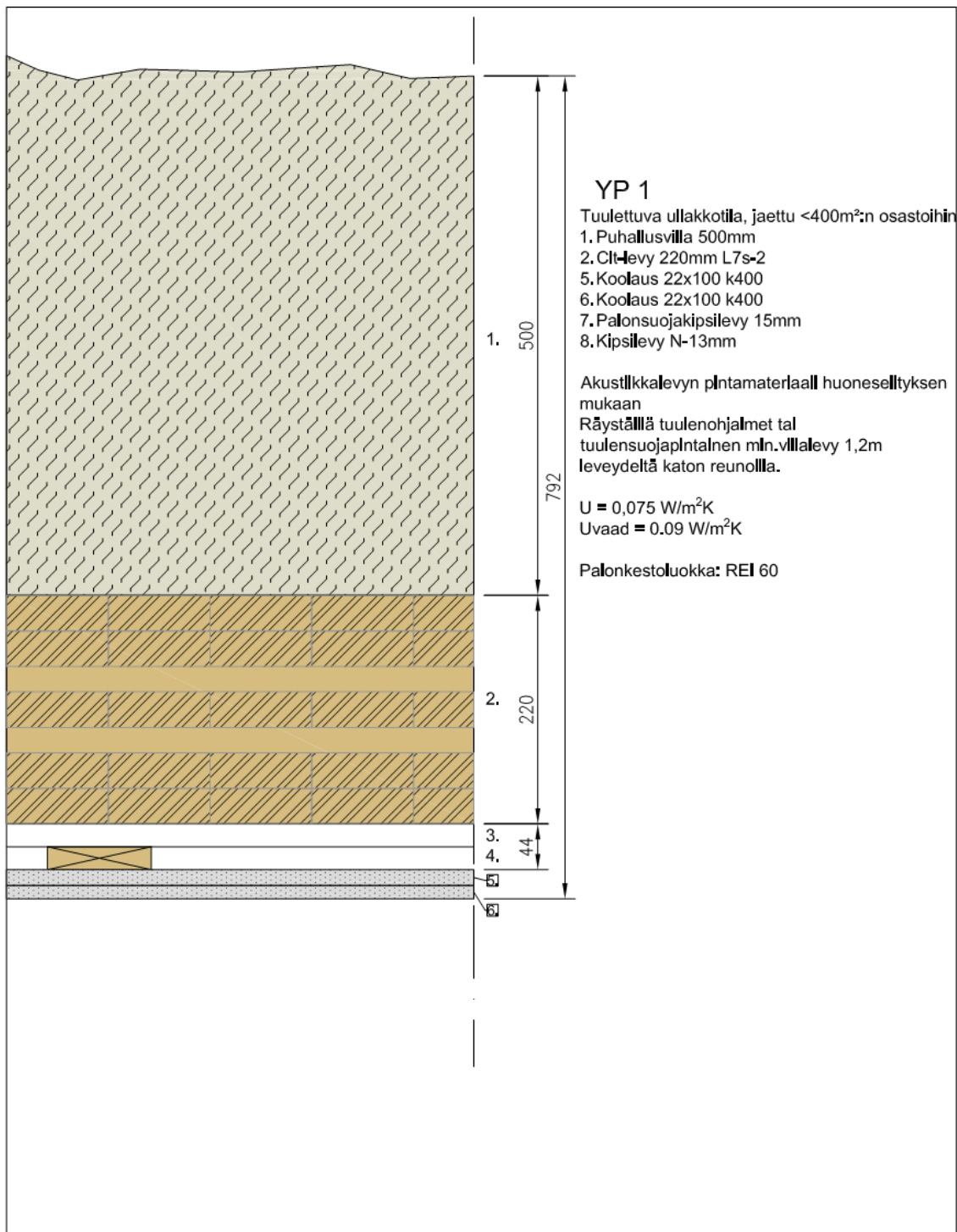
VS 3 kevyt

1. Kipsilevy EK-13mm. Levyjen ruuvaus k150.
2. Pystyrunko 48x66mm k600+ min.villa 50mm.
3. Kipsilevy EK-13mm.

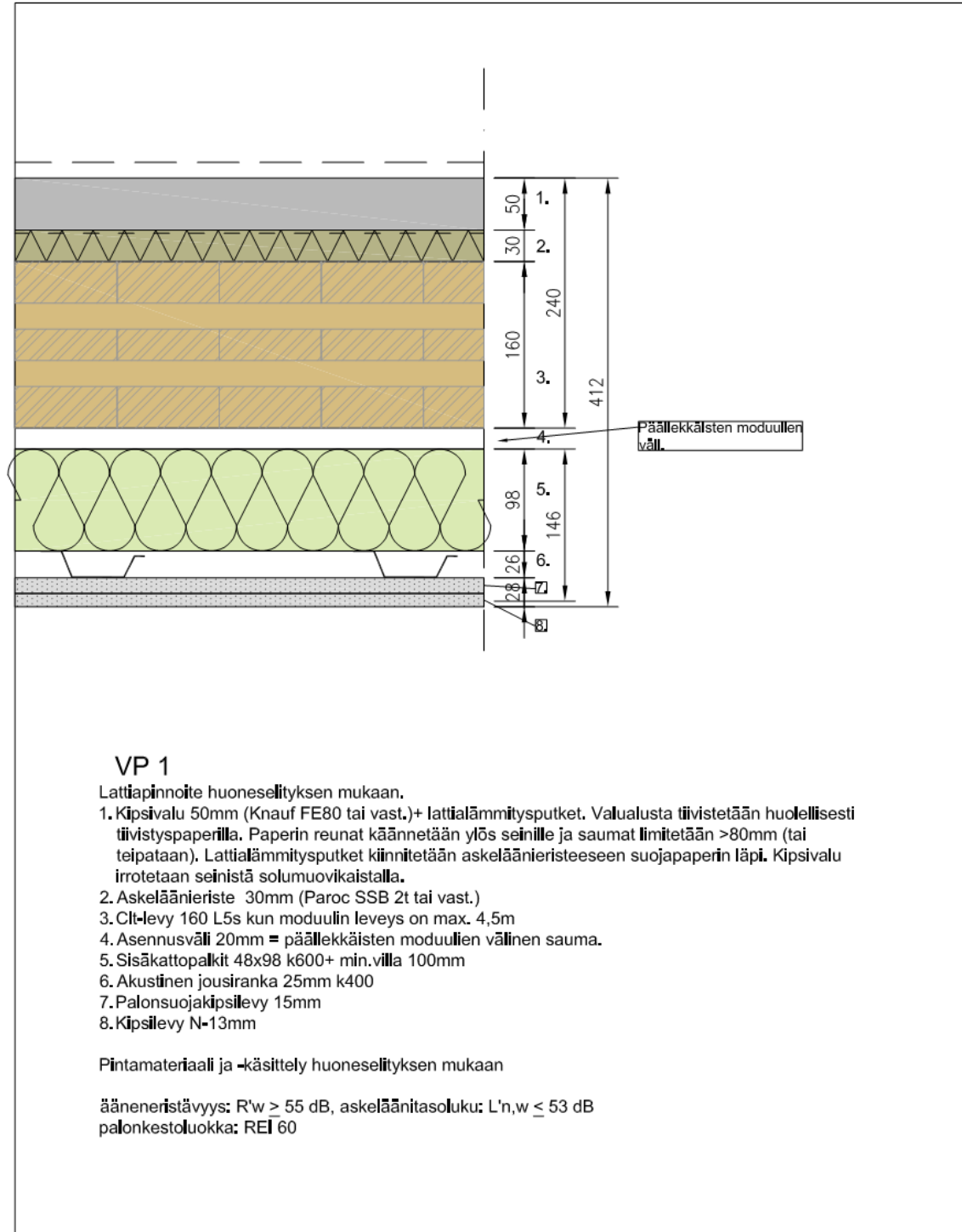
$R'_w = 36\text{dB}$

Tilivstys liittyy rakentelun det-piirustusten mukaan.

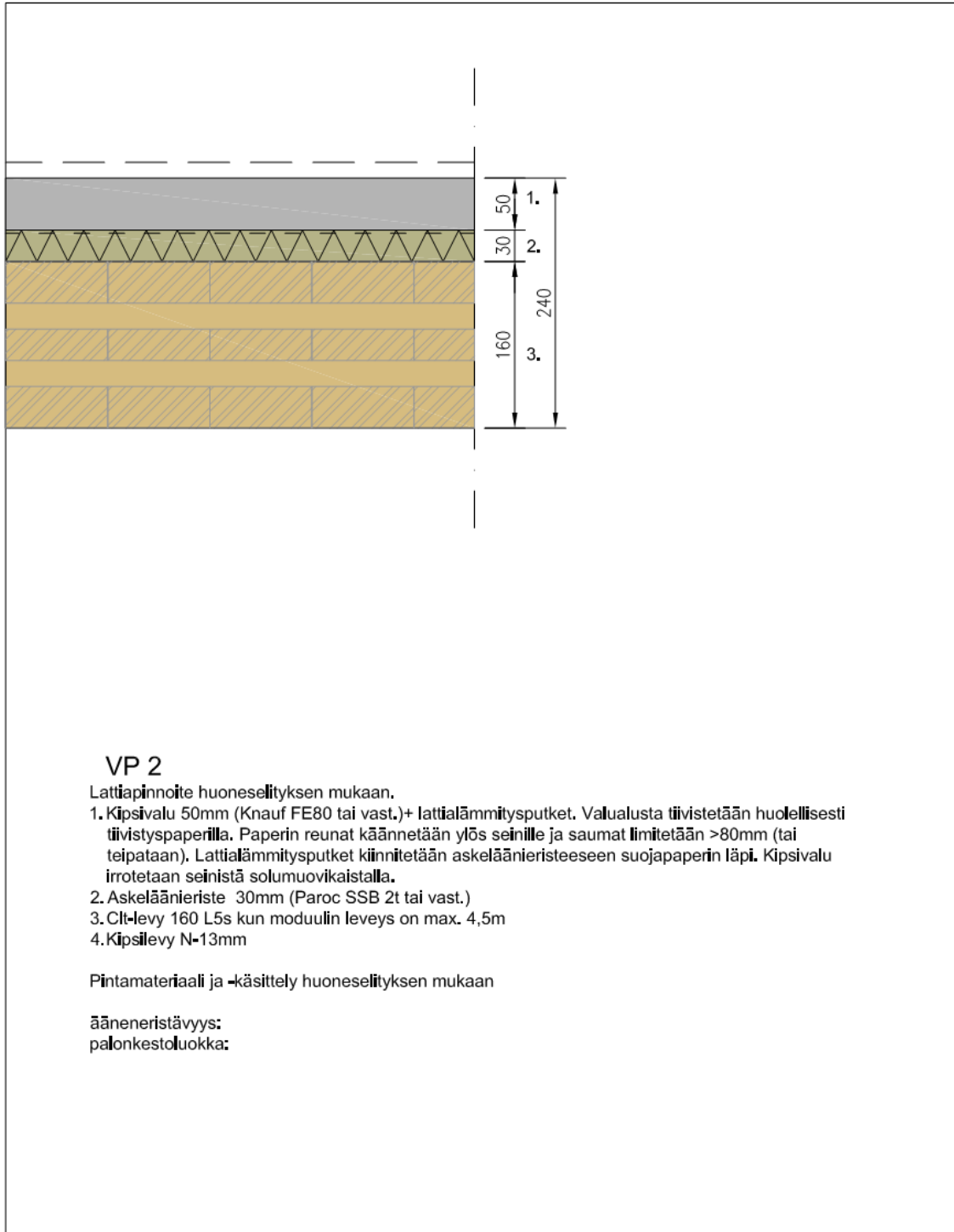
Rakennuskohde	Sisältö		
Lakea Townhouse	Yläpohjarakenne		
	Kantava clt-levy, puhallusvilla eriste		
Suunnittelija	Työ nro	Mittak.	YP1
■■■ SUUNNITTELULINJA	17021	1:5	
	Päiväys	Tekijä	
	10.05.2017	SKU	



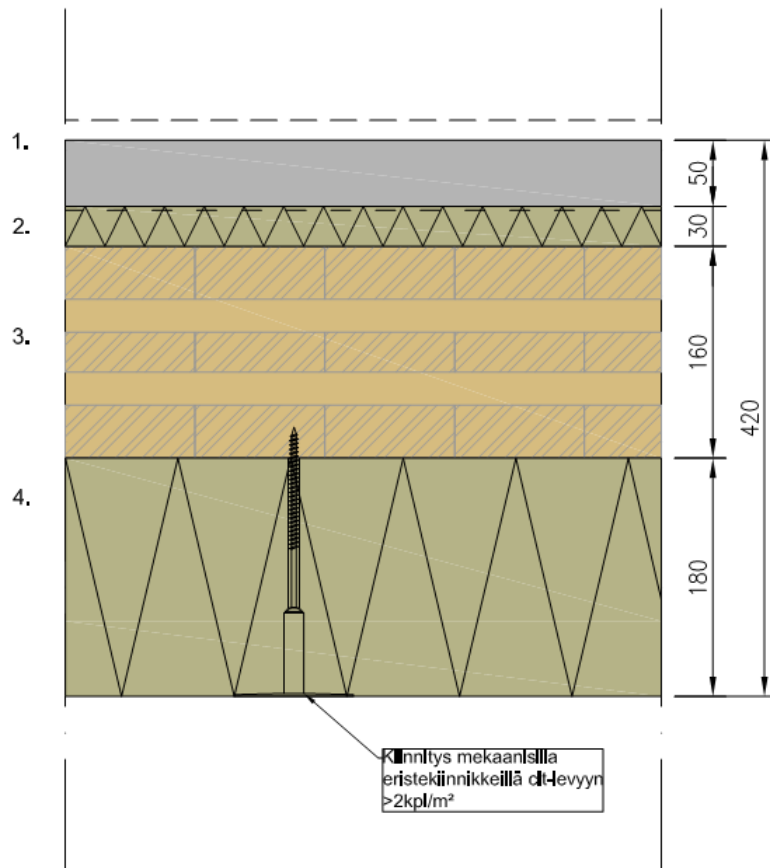
Rakennuskohde	Sisältö		
Lakea Townhouse	Välipohjarakenne, huoneistojen välinen Kantava clt-levy		
Suunnittelija	Työ nro	Mittak.	VP1
■■■ SUUNNITTELUJALINJA	17021	1:5	
	Päiväys	Tekijä	
	10.05.2017	SKu	



Rakennuskohde Lakea Townhouse	Sisältö Välipohjarakenne, huoneiston sisäinen Kantava clt-levy		
Suunnittelija  SUUNNITTELUJINJA	Työ nro 17021	Mittak. 1:5	VP2
	Päiväys 10.05.2017	Tekijä SKu	



Rakennuskohde	Sisältö		
Lakea Townhouse	Alapohjarakenne		
	Tuulettuva alustatila		
Suunnittelija	Työ nro	Mittak.	AP1
■■■ SUUNNITTELULINJA	17021	1:5	
	Päiväys	Tekijä	
	10.05.2017	SKu	



AP 1

Lattiapinnoite huonekorttien mukaan.

1. Kipsivalu 50mm+ lattialämmityspotket. Valualustan ponnaamattomat levysaumat tiivistetään teippaamalla. Lattialämmityspotket kiinnitetään eristeeseen.
2. Askeläänneriste 30mm (Paroc SSB 2t tal vast.)
3. Ctt-levy 160 L5s
4. Tuulensuojapintainen jäykkä lämmöneriste Paroc Cortex one ($\lambda_d=0,033$ W/mK) tal vast. A2-s1,d0
5. Koneellisesti tuulettuva alustatila h=800mm. Sokkelissa tuuletusaukkoja perustuksen tasopinnustuksen mukaan. Alustatilasta johdetaan tuuletusputki katolle, joka varustetaan hupputulimurilla (IV-suunnitelman mukaan).

$U = 0,13$ W/m²K
($U_{vaad} = 0,17$ W/m²K)

Palonkestoluokka: R60

TEEMAHAASTATTELUJEN KYSYMYKSET

- *Kuinka tuttu townhouse on konseptina sinulle?*
- *Oletko ollut mukana kehittämässä/suunnittelemassa/toteuttamassa townhouse-kohteita?*
- *Mitkä ovat mielestäsi townhouse-rakentamisen haasteita?*
- *Mitä rakentamiskustannuksia lisääviä tekijöitä näet townhouse-rakentamisessa?*
- *Miten näet, että townhouse-rakentamista voitaisiin edistää?*
- *Näetkö, että townhouse-talojen rakentamisen ohjauksella voitaisiin helpottaa rakentamista?*

Rakentamiseen ja tuotantoon liittyvien henkilöiden haastatteluissa on kysytty myös:

- *Onko yrityksellänne kiinnostusta harjoittaa townhouse-rakentamista?*
- *Mitä kehitysehdotuksia näette puuelementtiteollisuudelle?*
- *Miten laajempia townhouse-alueita tulisi mielestänne tuottaa?*